



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

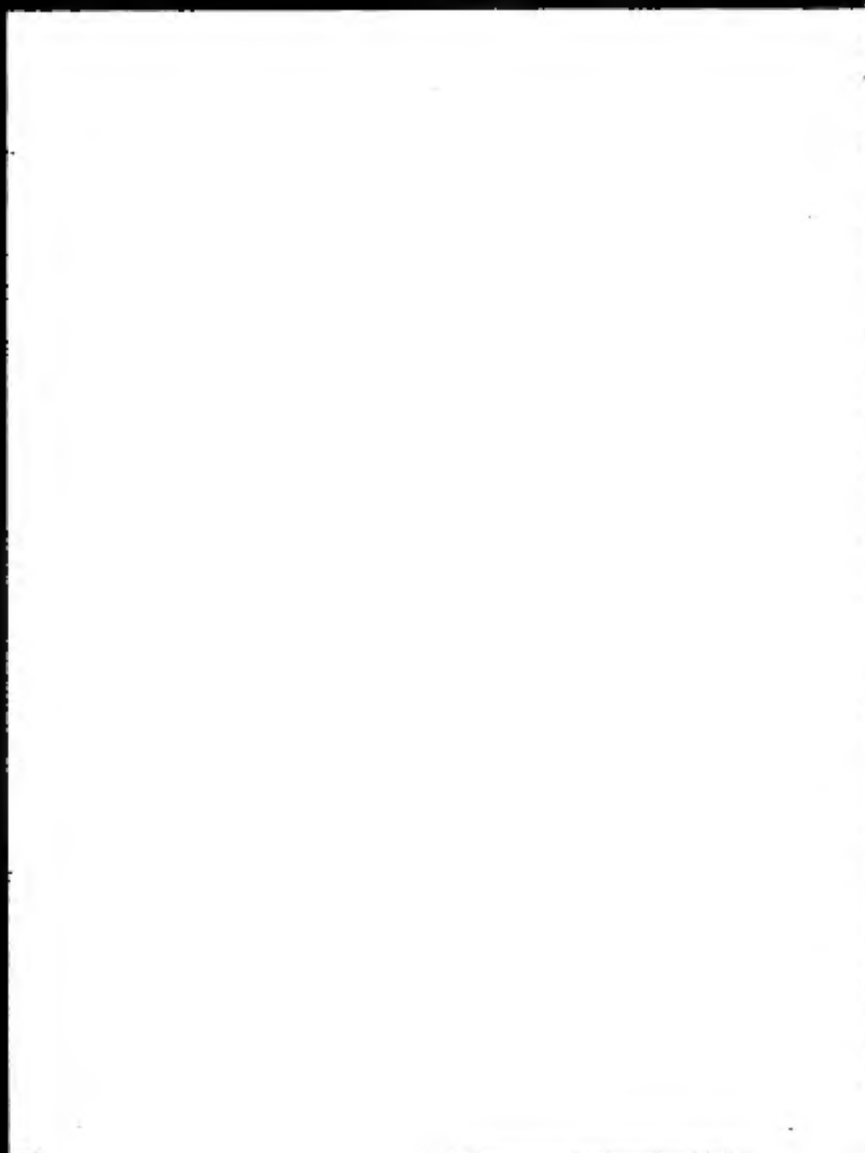
Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

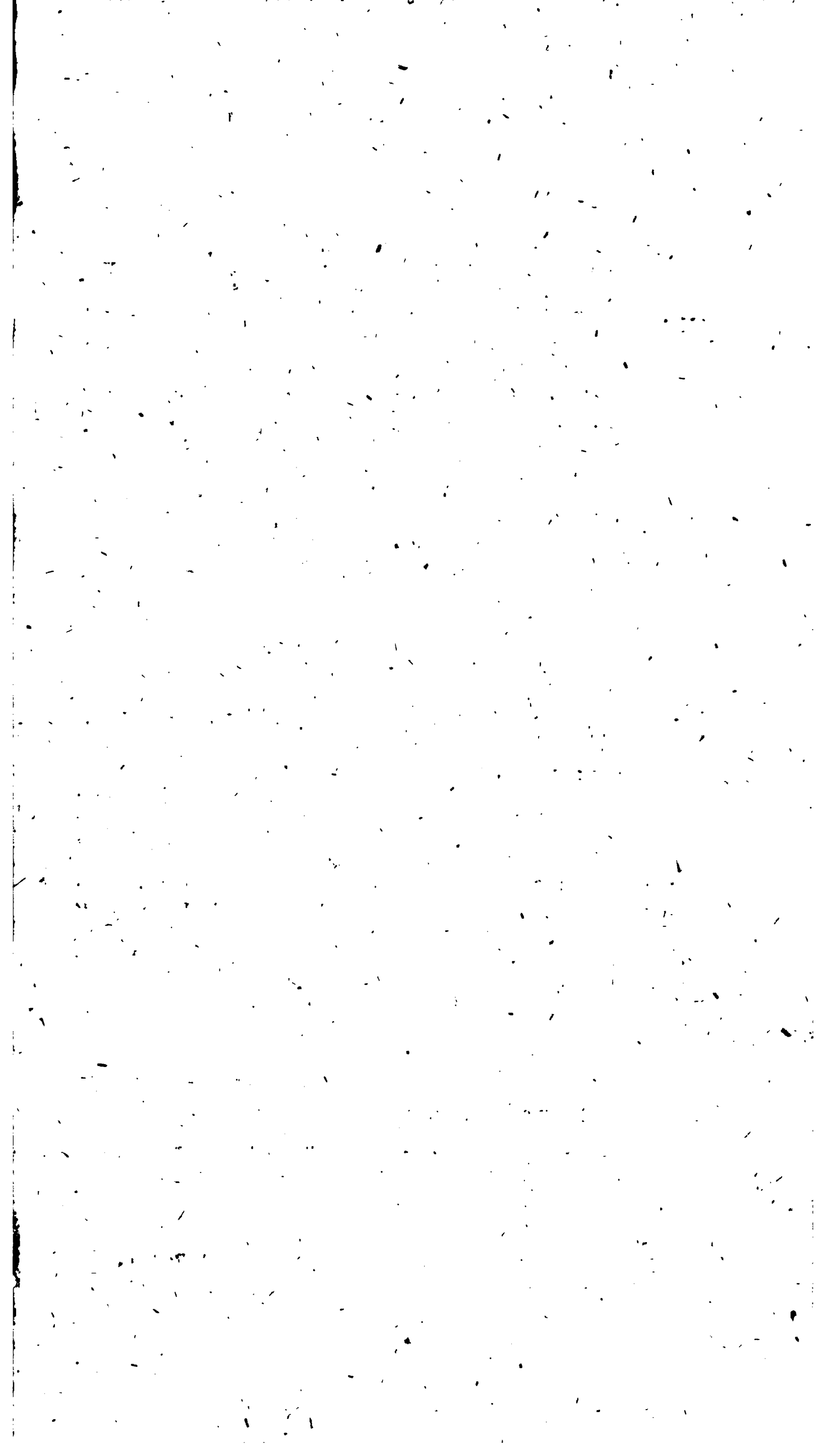
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

A572789



QC
1
.A613



A N N A L E N
DER
P H Y S I K,
NEUE FOLGE.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG,
MITGLIED D. KÖN. GES. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN,
DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GESELLS.
D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. LEIPZ. ÖKON. GES., U. D. GESELLS.
ZU ERLANG., GRÖNING., HALLE, JENA, MAINS, POTSDAM U. ROSTOCK;
UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG,
DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE DER WISS. ZU MÜNCHEN, UND
DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

NEUNTER BAND.

NEBST VIER KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,
BEI JOH. AMBROSIIUS BARTH
1811.

ANNALEN
DER
PHYSIK.

45

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG,
MITGLIED D. KÖN. GES. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN,
DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GESELLS.
D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. LEIPZ. ÖKON. GES., U. D. GESELLS.
ZU ERLANG., GRÖNING., HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM U. ROSTOCK;
UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG,
DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE DER WISS. ZU MÜNCHEN, UND
DER KÖNIGL. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

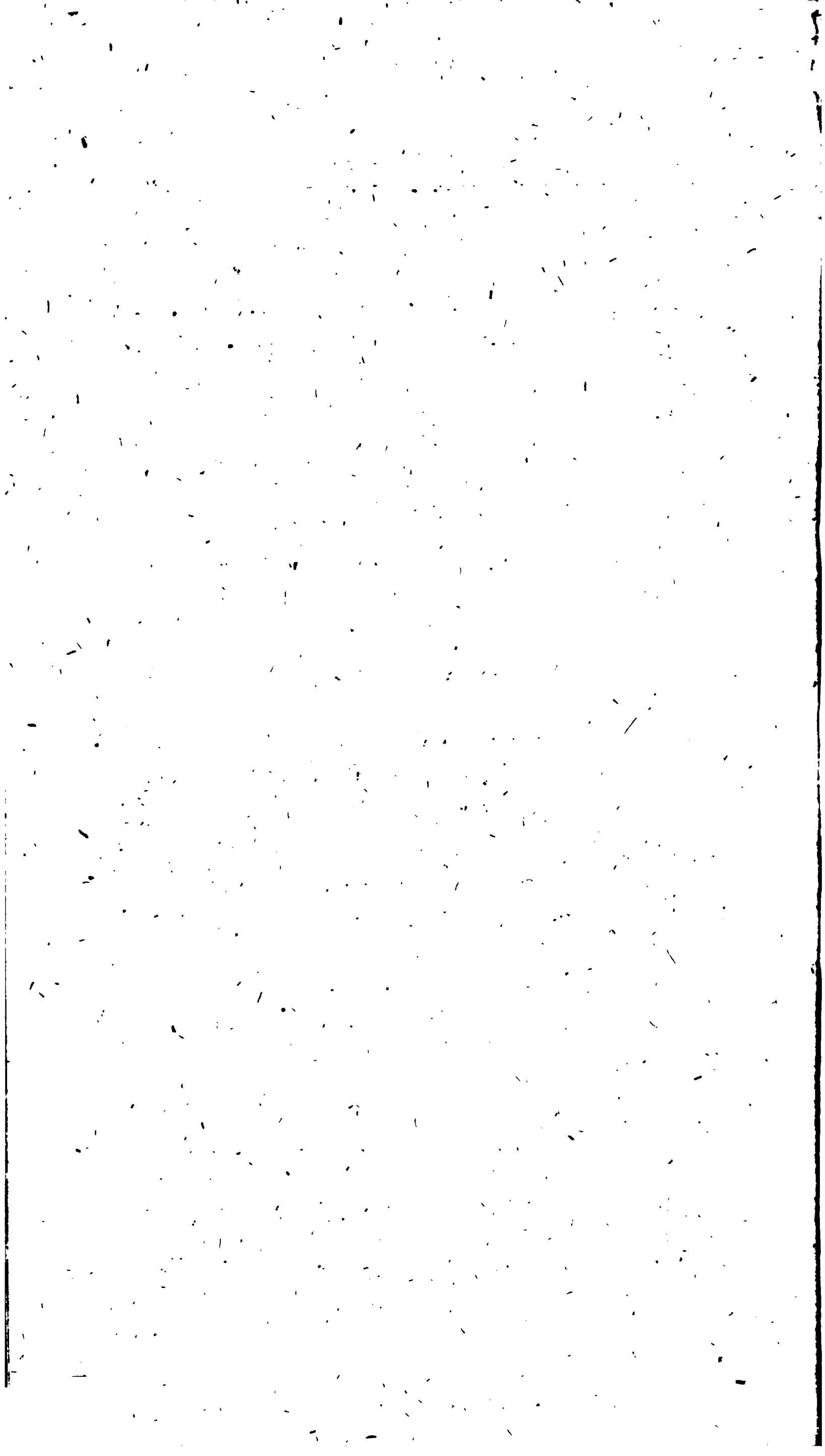
NEUN UND DREISSIGSTER BAND,

NEBST VIER KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,

BEI JOH. AMBROSIVS BARTH

1871.



I N H A L T.

Jahrgang 1811. Band 3.

Erstes Stück.

Die drei neuesten Abhandlungen Humphry Davy's Esq., LL. D., Secr. d. Königl. Soc. u. Prof. d. Chem. a. d. Roy. Inst., welche seine Untersuchungen über die Chlorine und die Euechlorine enthalten. Frei übersetzt von Gilbert.

- I. Untersuchungen über das oxygenirt-salzsaure Gas und über die Bestandtheile der Salzsäure; nebst einigen im Laborat. der Roy. Instit. angestellten Versuchen über den Schwefel und den Phosphor, von Davy; vorgeles. in der Londn. Soc. den 12. Julius 1810. Seite 3
1. Untersuchung über die Natur und die Verbindungen des oxygenirt-salzsauren Gas und die Bestandtheile der Salzsäure 5
2. Neue Untersuch. über den Schwefel und den Phosphor, als berichtigender Zusatz zu den frühern Vorlesungen 33
- II. Ueber einige der Verbindungen des oxygenirt-salzsauren Gas und des Sauerstoffs mit andern Körpern, und über die chemischen Beziehungen, worin diese Principe zu den verbrennlichen Körpern stehen, von Davy; vorgeles. in d. Londn. Soc. d. 15. Nov. 1810. 45

1. Ueber die Verbindungen des oxyg. salzf. Gas und des Sauerstoffs mit dem Kalium und dem Natronium	Seite 44
2. Ueber die Verbindungen der Metalle aus den Erden mit Sauerstoff und mit oxyg. salzf. Gas	65
3. Ueber die Verbindungen der gewöhnlichen Metalle mit Sauerstoff und mit oxyg. salzf. Gas	70
4. Allgemeine Schlussfolgen u. Bemerkungen durch Versuche erläutert	78
5. Einige Bemerkungen über die Nomenclatur der oxygenirt-salzsäuren Zusammensetzungen	84
III. Ueber eine neue Verbindung, in welche oxygenirt-salzsäures Gas und Sauerstoff mit einander treten, von Davy; vorgeles. in d. Londn. Soc. d. 21. Febr. 1811.	90
IV. Ueber die Bewegungen sogenannter Pendel, in Beziehung auf zwei der neuesten Schriften über diesen Gegenstand, vom Dr. Renard, Stadtarzt in Mainz	101
Anhang, die Wirkungen der Elektricität und des Magnetismus auf die <i>Mimosa pudica</i> und einen Versuch von Grunthuisen betreffend	114
V. Ueber die Unstatthaftigkeit der elektrischen Telegraphen für weite Fernen, von Prätorius, Prem. Lieuten. zu Dresden.	116
VI. Ueber die in dies. <i>Annal.</i> 1811. St. 7. S. 271. mitgetheilte Hülftafel für das Höhenmessen mit dem Barometer, von d'Aubuisson, Ing. des mines	125
VII. Einige mineralogische Merkwürdigkeiten	127
1. Drei Grönländische Mineralien.	
2. Flußspath im Elöts-Kalkstein.	

Zweites Stück.

- I. Wirkt der Schall auf das Barometer?** vom Dr. Benzenberg in Düsseldorf Seite 129
- II. Tafel über die Geschwindigkeit des Schalls nach Theorie und Erfahrung, für alle Wärmegrade von -10° bis $+30^{\circ}$ R.,** von Dr. Benzenberg 136
- III. Versuch über den Widerstand, welchen Luft in langen Röhren in ihrer Bewegung leiden soll, von Lehot, Desormes und Clement.** Frei übersetzt von Gilbert 142
- IV. Beschreibung eines Horchrohrs, das besonders zum Kriegsgebrauche eingerichtet ist, von Prätorius, Prem. Lieut. zu Dresden.** 150
- V. Ueber die Theorie des Lichts, nach dem Systeme der wellenförmigen Schwingungen, von Thomas Young, M. D., F. R. S., damals Prof. d. Phys. an d. Roy. Inst. zu London; frei übersetzt vom Prof. Lüdicke in Meissen** 156
- VI. Nachricht von einigen Fällen einer bisher noch nicht beschriebenen Entstehung der Farben, von Thomas Young, M. D., F. R. S. Uebersetzt vom Prof. Lüdicke** 206
- VII. Versuch zur Ausmittlung eines allgemeinen Gesetzes für die Ausdehnung des Wassers bei verschiedenen Temperaturen, nach Gilpins Versuchen, von Eytelwein, Geh. Ob. B. R., Mitgl. d. Ak. d. W., u. Prof. a. d. Univ. zu Berlin** 221
- VIII. Auszüge aus einigen Briefen an den Professor Gilbert** 231

7) Aus mehreren Schreiben des Prof. Söldner zu München. Gedanken über die Theorie des Lichts; und eine Arbeit aus der Integralrechnung	Seite 231
2) Aus einem Schreiben des Geh. Ob. P. R. Pfistor in Berlin	240
3) Aus einem Schreiben des Siedefactors Bischof zu Dürrenberg	243
IX. Eine künstl. Steinmasse, nach Hrn. Curaudan	244

Drittes Stück.

I. Vergleichende Versuche über die elektrische Kraft der Cylinder-Maschinen und der Scheiben-Maschinen; und ein Mittel, ihr Ladungsvermögen elektrischer Batterien zu vervielfachen; von Cuthbertson und Singer	245
II. Beschreibung einer Vorrichtung, um mittelst des Sonnen-Mikroskops die Farben dünner Flächen darzustellen, vom Dr. Thomas Young, F. R. S.	255
III. Versuche und Berechnungen zur physikalischen Optik vom Dr. Thomas Young, übersetzt vom Prof. Lüdicke	262
1) Allgemeines, aus Versuchen bewiesenes Gesetz der Vermischung des Lichts	262
2) Verhältnisse der bei verschiedenen Versuchen gefundenen Maasse	266
3) Anwendung auf die Neben-Regenbogen	272
4) Schlussfolge über die Natur des Lichts	277
5) Bemerkungen über die Farben der Körper	280
6) Versuche über die unsichtbaren Lichtstrahlen Ritters	282
Zusätze und Bemerkungen zu diesem Aufsatze von den Herren Lüdicke, Mellweide und Gilbert	291

IV. Ueber gewisse chemische Wirkungen des Lichts vom Dr. Wollaston, F. R. S. Frei über- setzt, mit einigen Bemerkungen von Gil- bert	Seite 291
V. Versuche über den Einfluss der Elektricität auf das Blut und auf den Athmungsprocess, von Schübler, M. D., zu Stuttgart	300
1. Verhältnisse der Elektricität gegen das Blut	301
2. Einfluss der Elektricität auf den Athmungsprocess	327
VI. Auszug aus einem Briefe des Herrn Professors Wrede in Königsberg.	347
VII. Programm der königl. Gesellschaft der Wif- senschaften zu Harlem auf das Jahr 1811.	349

Viertes Stück.

I. Historisch-kritische Untersuchung über die fe- sten Mischungs-Verhältnisse in den chemischen Verbindungen, und über die Gesetze, welche man in ihnen in den neuesten Zeiten ent- deckt hat; von Gilbert, Prof. d. Phys. zu Leipzig	Seite 361
1. Bergmann und Lavoisier	363 ✓
2. Berthollet. Allgemeines Gesetz der chemi- schen Kraft; Erklärung der Auflösung, und der Gränzen und festen Verhältnisse in den Verbin- dungen	366
3. Proust. Festes Mischungs-Verhältniß der Metall-Oxyde, der Schwefel-Metalle und der Metallsalze; Verbindung und Zergehung; sein Gesetz der festen Proportionen	375
4. Richter. Stöchiometrie; Neutralitäts-Gesetze zwischen Säuren und Basen; Gesetz der sogen- annten doppelten Wahlverwandtschaften; Neu- tralitäts-Reihen und deren Form	394

5. Kritik der Richter'schen Gesetze u. Versuche.
Seine Untersuchungen über die Metallsalze Seite 405
6. Ueberlicht der noch übrigen Untersuchungen 424
- II.** Versuche über die Menge von Schwefel, welche einige Metalle auf trockenem Wege verschlucken können, von Vauquelin 429
- III.** Einige Versuche über das Tönen der Gasarten, von den HH. Kerby und Merrick zu Cirencester 438
- IV.** Allgemeine Resultate aus den zu Carlsruhe angestellten Witterungs - Beobachtungen von dem Jahre 1810, und deren Vergleichung mit denen von andern Jahren; von dem Hofrath Böckmann, Prof. d. Naturlehre 442
- V.** Verschiedene Bemerkungen, welche sich auf das Höhenmessen mit dem Barometer beziehen, ausgezogen aus mehrern Briefen des Dr. Benzenberg in Düsseldorf 451
- VI.** Versuch, die Tafeln des Hrn. v. Lindennau zum Höhenmessen mit dem Barometer auf wenigen Blättern darzustellen, vom Professor Horner in Zürich 468
- VII.** Bemerkungen über Hrn. Prem. Lieut. Praetorius Aufsatz über die Unstatthaftigkeit des elektrischen Telegraphen für weite Fernen, von S. Th. Sömmering, k. bayr. Geh. R., Ritt. u. Akad. 478
- VIII.** Bemerkungen über Herrn Professor Wrede's Einrichtung des in den *Ann. N. F. B.* 8. S. 347. beschriebenen kleinen Gebläses vom Prof. Lüdicke in Meissen. 483
-

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1811, NEUNTES STÜCK.

Die drei neuesten Abhandlungen

HUMPHRY DAVY'S, Esq., LL. D.,
Secr. d. königl. Soc. u. Prof. d. Chem. a. d. Roy. Institution,
*welche seine Untersuchungen über die Chlorine
und die Euchlorine enthalten.*

Frei übersetzt von Gilbert,
nach drei in der königl. Societät d. Will. zu London gehaltenen
Vorlesungen.

Die drei Abhandlungen des nicht ermüdenden Forschers, welche ich hier zusammenstelle, enthalten den lehrreichen Bericht der Versuche, mit denen er sich während der Jahre 1810 und 1811 beschäftigt hat. Alle drei haben zum Gegenstande die Salzsäure und die sogenannte oxygenirte Salzsäure der französischen Nomenclatur, und sind voll der überraschendsten Entdeckungen über ein Wesen, dessen chemische Natur wir schon genügend zu kennen glaubten, das aber nach den Ansichten, welche Davy auf seine neuen Versuche gründet, eine ganz andere Rolle, als man bisher meinte, von weit höherer und ausgebreiteterer Bedeutung in den Erscheinungen der Natur zu spielen scheint. Mehr-

Annal. d. Physik. B. 39. St. 1. J. 1811. St. 9.

A

mals habe ich weitläufige Untersuchungen in mehrere Hefte der Annalen vertheilt, damit der Leser Ruhepunkte in dem Studium derselben haben möchte; bei diesen Abhandlungen halte ich es aber für zweckmäßiger und zum klaren Verständniß derselben fast für nothwendig, sie alle drei in einem Hefte zusammenzustellen, selbst auf die Gefahr, bei manchem meiner Leser, dem sie vielleicht nicht hinlänglich ansprechen, einige Unzufriedenheit mit dieser scheinbaren Ueberfüllung mit einer und derselben Sache zu erregen. Leser indess, deren Sinn nach dem Höhern und dem Eingreifendern der Wissenschaft geht, dürfte vielleicht gerade die Vollständigkeit des Ueberblicks über diese Reihen neuer und lehrreicher Versuche vorzüglich anziehen, deren kleinstes Verdienst es ist, eine Menge Irrthümer in dem, was bisher von den Eigenschaften des sogenannten oxygenirt-salzsauren Gas gelehrt wurde, aufzudecken und zu berichtigen. Der Gegenstand dieser Untersuchungen greift nicht minder tief in das Ganze der Wissenschaft ein, und ist für dasselbe von nicht minderem Interesse, als es die Entdeckungen gewesen sind, durch welche H. Davy schon früher in einigen der verborgensten Gegenden der Naturlehre das erste Licht verbreitet hat. Einzeln würden aber die drei folgenden Berichte, die sich einander wesentlich ergänzen und verbessern, dem Naturforscher schwerlich volle Befriedigung geben, welche mir aus ihnen nur dann hervorzugehen scheint, wenn man sie in ihrem Zusammenhange vollständig überblickt.

Gilbert.

I.

UNTERSUCHUNGEN

über das oxygenirt-salzsaure Gas und über die Bestandtheile der Salzsäure; nebst einigen im Laboratorio der Roy. Instit. angestellten Versuchen über den Schwefel und den Phosphor

von

HUMPHRY DAVY, Esq.

(Vorgelesen in der königl. Societät d. 12. Julius 1810.) *)

*) *Untersuchungen über die Natur und die Verbindungen des oxygenirt-salzsauren Gas und über die Bestandtheile der Salzsäure.*

Der berühmte Entdecker der oxygenirten Salzsäure, Scheele, hielt diese Säure für eine ihres Wasserstoffs beraubte Salzsäure, und nannte sie daher *dephlogistisirte Salzsäure*, in sofern er sich dachte, die Salzsäure bestehe aus ihr und aus Wasserstoff. Einige Jahre später stellte H. Berthollet über sie eine große Menge wichtiger und merkwürdiger Versuche an, die ihn auf den Schluß führten, das oxygenirt-salzsaure Gas sey eine Verbindung von salzsaurem Gas mit Sauerstoff; und diese Meinung ist seit ungefähr zwanzig Jahren die allgemein angenommene.

Der D. Henry fand bei seinen sorgfältigen Versuchen über die Zerlegung des salzsauren Gas **),

*) Nach drei nicht fehlerlosen und hier und da nur von dem, der sich in diese Materien ganz einstudirt hat, zu entziffernden franzöf. Uebersetzungen aus den *Philos. Transact.* for 1810. frei bearbeitet von Gilbert.

**) In diesen *Annalen* J. 1801, B. VII. Gilbert.

dass dieses Gas beim Elektrifiziren Wasser hergiebt, und glaubte, dieses Wasser sey schon gebildet in dem salzsauren Gas vorhanden. In meiner Baker'schen Vorlesung auf das Jahr 1808 habe ich schon der Einwirkung des *Kalium's* auf salzsaures Gas gedacht *) und gezeigt, dass während derselben Wasserstoffgas in solcher Menge erzeugt wird, dass es ein Drittel von dem Volum des salzsauren Gas ausmacht; zugleich that ich dar, dass sich nie anders salzsaures Gas aus der oxygenirten Salzsäure oder aus wasserfreien salzsauren Salzen erhalten lässt, als wenn Wasser oder dessen Elemente gegenwärtig sind.

Die Herren, Gay-Lussac und Thénard haben in dem zweiten Bande der *Mémoires d'Arcueil* eine große Reihe von Thatfachen über die Salzsäure und die oxygenirte Salzsäure bekannt gemacht **). Einige ihrer Versuche sind denen ähnlich, welche ich schon beschrieben hatte, die übrigen sehr interessanten sind ihnen eigen. Sie ziehen aus ihnen den Schluss, das salzsaure Gas enthalte 0,25 seines Gewichts an Wasser, und die oxygenirte Salzsäure könne durch keinen andern Körper zerlegt werden, als nur durch Wasserstoff und durch solche Körper, die mit ihr Tripel-Verbindungen eingehen.

Eine der merkwürdigsten Thatfachen, welche sie angeben, und die auch ich schon angeführt hat-

*) *Annalen J. 1810. Neue Folge. B. V. S. 460. Versuche über die Zerlegung der Salzsäure. Gilbert.*

**) *Annalen J. 1810, N. F. B. V. S. 8 f. Gilbert.*

te, betrifft das Verhalten der Kohle in oxygenirt-salzsaurem Gas. Hat man nemlich die Kohle zuvor durch Calciniren in heftigem Feuer von Wasserstoff und von Feuchtigkeit befreit, so wird durch sie das oxygenirt-salzsaure Gas gar nicht verändert, auch wenn man sie mittelst einer Volta'schen Batterie in diesem Gas weißglühend erhält. Dieser Versuch, den ich mehrmals wiederholt habe, erregte in mir den Zweifel, ob das oxygenirt-salzsaure Gas überhaupt Sauerstoff enthalte; — wenn man gleich allgemein annimmt, daß es des Sauerstoffs mehr, als irgend ein anderer Körper, in einem Zustande in sich schliesse, in welchem er die Verbindung sehr leicht verlasse. Ich glaubte daher durch *genauere Untersuchungen*, als die bisherigen, *die Gegenwart von Sauerstoff in dem oxygenirt-salzsauren Gas prüfen zu müssen, um sie auf eine entscheidende Weise entweder darzuthun, oder sie zu widerlegen.*

Wenn man in ein luftleer gepumptes Glasgefäß, worin sich *Zinn* befindet, oxygenirt-salzsaures Gas in hinlänglicher Menge steigen läßt, so verschwinden beim Erhitzen Zinn und Gas und es entsteht eine tropfbare Flüssigkeit, welche völlig dieselbe als *Libav's rauchender Geist* ist. Wäre dieser Körper eine Verbindung von Salzsäure mit Zinn-Oxyd, so müßte, schien es mir, Ammoniak das Zinn-Oxyd aus demselben abscheiden. — Ich brachte daher Ammoniakgas mit einer kleinen Menge dieser Flüssigkeit, über Quecksilber, in Berührung; sie verschluckte dieses Gas unter starkem Er-

hitzen, es entstand aber kein gasförmiges, sondern bloß ein festes Product, welches von mattweißer Farbe war und sich beim Erhitzen unter Ausstoßen eines dicken, stechenden Dampfs ganz verflüchtigte. — Ein ähnlicher, mit aller Sorgfalt gemachter, Versuch, bei welchem ich Ammoniak in großem Uebermaß genommen hatte, bewies, daß Libav's Geist sich durch Ammoniak nicht zersetzen läßt, sondern damit zu einer neuen Verbindung zusammentritt.

Wenn *Phosphor* in oxygenirt-salzsaurem Gas verbrennt, so bilden sich, wie ich gezeigt habe *), zwei verschiedene Producte, ein tropfbares und ein festes. Nach der allgemein angenommenen Theorie über die Natur des oxygenirt-salzsauren Gas müßte das *flüssige Product* eine Verbindung von Salzsäure mit phosphoriger Säure, und das *feste Product* eine Verbindung von Salzsäure mit Phosphorsäure seyn. Befänden sich die Säuren des Phosphors wirklich in diesen Verbindungen, so müßte es, dünkte mir, nicht schwer seyn, sie daraus darzustellen und dadurch die Gegenwart von Sauerstoff in der oxygenirten Salzsäure zu beweisen. Ich verschaffte mir zu dem Ende eine beträchtliche Menge des *festen Products*, und sättigte es mit *Ammoniak*, indem ich es in einem mit Ammoniakgas gefüllten Gefäße erwärmte. Es wirkte heftig und unter starkem Erhitzen auf dieses Gas, und beide Körper verbanden sich zu einem undurchsichtigen *weißen Pulver*. Bestand nun dieses Pulver aus trockenem salz-

*) *Annalen* J. 1810. N. F. B. V. S. 464 f.

saurem und phosphorsaurem Ammoniak, so mußte ich beim Glühen derselben Phosphorsäure erhalten; denn das salzsaure Ammoniak ist sehr flüchtig, und um aus dem phosphorsauren Ammoniak das Ammoniak auszutreiben, reicht eine Hitze hin, welche kleiner als die des Rothglühens ist. Ich brachte daher etwas von dem Pulver in eine Röhre aus grünem Glase, machte diese luftleer und brachte sie über einer Weingeistflampe zum Rothglühen. Zu meinem großen Befremden fand sich, daß das Pulver in dieser Hitze sich weder verflüchtigte noch sich zersetzte, auch keinen gasförmigen Körper aus sich entband; eine Merkwürdigkeit, die mich bestimmte, die Eigenschaften dieses größtentheils aus oxygenirter Salzsäure und Ammoniak bestehenden pulverartigen Körpers genauer zu untersuchen.

Dieser Körper ist ohne Geschmack und ohne Geruch und scheint im Wasser unauflöslich zu seyn, da er im kochenden Wasser keine sichtbare Veränderung erlitt. Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure schienen ihn nicht anzugreifen; eben so wenig eine starke Kalilauge. Die einzigen Mittel, ihn zu zersetzen, schienen zu seyn das *Verbrennen* und die Einwirkung von glühend schmelzendem *Kali-Hydrat* *). Als ich ihn in der Flamme einer

*) Der Leser wird sich aus den Untersuchungen, die er im vorigen Bande dieser *Annalen* S. 58 f. in Herrn Davy's Baker'scher Vorlesung auf das Jahr 1809 gefunden hat, erinnern, daß H. Davy mit diesem Namen (*Kali-Hydrat*) das nach Berthollets Art dargestellte *Kali* bezeichnet, weil es, auch nachdem man es eine geraume Zeit lang im

Weingeistlampe rothglühend machte, gab er schwache Spuren von Verbrennen, färbte die Flamme gelb und liess eine feuerbeständige Säure zurück, welche die Eigenschaften der Phosphorsäure hatte. Auf glühendes Kali-Hydrat im Flusse gebracht, verbreitete er einen Geruch nach Ammoniak, verbrannte bei freier Berührung mit der Luft und schien sich in dem Alkali aufzulösen, aus welchem Schwefelsäure nach diesem Versuche Salzsäure austrieb. Selbst beim Erhitzen in einem Platinrohr schien dieser pulverulente Körper keine Veränderung zu erleiden, und gab, nachdem ich ihn geglüht hatte und dann mit fließendem Kali-Hydrat in Berührung brachte, noch Ammoniak her.

Ich finde, dass möglichst getrocknetes *Ammoniak* weder in der *phosphorhaltigen Flüssigkeit* der Herren Gay-Lussac und Thenard, noch in der *schwefelhaltigen Salzsäure* des Dr. Thomson *) eine Zersetzung bewirkt; denn wenn nur alle Feuchtigkeit aus dem Spiele gebracht ist, entstehen in beiden Fällen kein salzlaures Ammoniak, sondern Producte, welche neue Verbindungen sind. Und zwar ist das mit der *phosphorhaltigen Flüssigkeit* ein *fester Körper* von weißer Farbe, der, wie es scheint, wenn aus ihm ein Theil des Phosphors durch Hitze abgeschieden worden, sich nicht weiter

Glühen und Schmelzen erhalten hat, noch über den fünften Theil seines Gewichts an Wasser, chemisch gebunden enthält. — Das *wahre und reine Kali* wird durch Verbrennen des Kaliums erhalten.

Gilbert.

*) *Annalen N. F. B. V. S. 464. 466.*

Gilbert.

zersetzt, selbst wenn man die Hitze bis zum Glühen verstärkt. Auch die neue Verbindung mit der *schwefelhaltigen Flüssigkeit* ist ein *fester Körper*, dessen Farbe, je nachdem er stärker mit Ammoniak geschwängert ist, vom hellen Purpur bis ins Goldgelbe verschieden ist. Da diese Verbindungen keine so gleichförmigen und merkwürdigen Eigenschaften zeigten, als die Verbindung, welche aus dem Phosphor - Sublimat entsteht, so habe ich sie nicht weiter untersucht; es genügte mir, mich überzeugt zu haben, daß bei dieser Art zu verfahren kein Körper entsteht, von dem man weiß, daß er Sauerstoff enthält.

Es wird gesagt, und von vielen Chemikern als Thatfache angenommen, daß *oxygenirt-salzsaures Gas und Ammoniak*, wenn sie auf einander einwirken, Wasser bilden. Ich habe den Versuch mehrere Mahl angestellt und mich überzeugt, daß diese Wirkung *nicht* Statt findet. Vermischt man 15 bis 16 Theile oxygenirt - salzsaures Gas mit 40 bis 45 Theilen Ammoniakgas, so condensiren sich beide Gasarten fast ganz mit einander, und das Product ist, außer 5 bis 6 Theilen Stickgas, wasserfreies salzsaures Ammoniak.

Wenn man gleiche Theile von *oxygenirt-salzsaurem Gas* und von *Wasserstoffgas* mit einander vermischt, so entsteht, wie H. Cruikshank gezeigt hat, ein fast ganz vom Wasser verschluckbares Product. Die Herren Gay-Lussac und Thénard haben angekündigt, dieses Product sey ge-

wöhnliches salzsaures Gas, und während der Operation setzte sich kein Wasser ab. Ich habe eine große Menge von Versuchen über die Einwirkung dieser beiden Gasarten auf einander angestellt. Wenn ich gleiche Theile oxygenirt-salzsaures Gas und Wasserstoffgas über Wasser mit einander vermischte, die Mischung in ein luftleer gepumptes Glasgefäß steigen ließ und sie durch einen elektrischen Funken entzündete, setzte sich jedesmal ein leichter Dunst ab; es erfolgte eine Condensirung von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{5}$ des ganzen Volums, und das Gas, welches zurückblieb, war *gemeines salzsaures Gas*. Um den Versuch noch mit mehr Sorgfalt anzustellen, ließ ich die beiden Gasarten in Gefäße, welche salzsauren Kalk enthielten, steigen, und sie in der gewöhnlichen Temperatur sich mit einander verbinden; ich habe es aber nie dahin bringen können, daß sie sich nicht ein wenig condensirt hätten, obgleich diese Verdichtung in dem Verhältnisse kleiner war, als sie weniger Sauerstoffgas oder Wasser enthielten. — Gleiche Volumina von recht reinem *Schwefel-Wasserstoffgas* und von oxygenirt-salzsaurem Gas, die beide gut getrocknet waren, condensirten sich, als ich sie mit einander vermischte, um nicht ganz $\frac{1}{10}$; auf den Wänden des Gefäßes setzte sich Schwefel ab, der etwas oxygenirte Salzsäure zu enthalten schien; aber es erschien kein Wasserdunst, und das rückständige Gas bestand zu $\frac{1}{10}$ aus *salzsaurem Gas*, das übrige war brennbar.

Die Herren Gay-Lussac und Thénard haben durch viele Versuche bewiesen, daß in den bekannten Fällen, wenn man Sauerstoff aus der oxygenirten Salzsäure erhält, *Wasser* gegenwärtig ist und zugleich Salzsäure gebildet wird. Da wir nun aber gesehen haben, daß oxygenirt-salzaures Gas durch Verbindung mit Wasserstoffgas in salzaures Gas verwandelt wird, so kann man kaum umhin, zu schliessen, daß in allen jenen Fällen der Sauerstoff daher rührt, daß das Wasser, welches gegenwärtig ist, zersetzt wird, und daß folglich die Meinung, salzaures Gas enthalte gebundenes Wasser, in sich auf einer Annahme beruhe, die noch eines Beweises bedürfte, nemlich auf der Hypothese, daß Sauerstoff in dem oxygenirt-salzauren Gas vorhanden sey. Zwar führen die Herren Gay-Lussac und Thénard einen Versuch an, den sie für einen Beweis ansehn, daß das salzaure Gas $\frac{1}{2}$ seines Gewichts an gebundenem Wasser enthalte; sie erhielten nemlich so viel Wasser, als sie salzaures Gas durch Bleyglätte steigen ließen. Aber man sieht leicht, daß sich in diesem Fall dieselbe Zusammensetzung bilden mußte, welche durch Einwirkung von oxygenirter Salzsäure auf Bley entsteht; dabei werden der Wasserstoff der Salzsäure *) und der Sauerstoff des Bleioxyds frei, wodurch Bildung von Wasser veranlaßt wird. Die Herren Gay-Lussac

*) Nach der Scheel'schen Hypothese, für die sich H. Davy erklärt, ist nemlich die Salzsäure aus Wasserstoff und oxygenirter Salzsäure zusammengesetzt.

und Thénard selbst scheinen diese Erklärung voraus gesehen zu haben, da sie am Schluß ihrer Abhandlung eingestehen, *man könne*, nach den That- sachen, welche sie angeführt haben, das oxyge- nirt-salzsaure Gas für einen einfachen Körper neh- men.

Ich habe die Versuche, welche mich anfangs auf die Vermuthung geführt hatten, *salzsaures Gas* enthalte *gebundenes Wasser* in sich, mit aller mög- lichen Sorgfalt wiederholt. Lasse ich die Volta'sche Electricität auf *salzsaures Gas* über Quecksilber ein- wirken, so verschwindet die Säure gänzlich und es entsteht Calomel unter Entbindung von Wasserstoff- gas, dessen Volumen die Hälfte des *salzsauren Gas* beträgt. — Mit *Kalium* entstehen aus 20 Maafs *salz- saurem Gas* stets 9 bis 11 Maafs *Wasserstoffgas*, wenn das Quecksilber sehr trocken ist. — Bei einigen von meinem Bruder John Davy mit vieler Auf- merksamkeit angestellten Versuchen über die Zer- setzung des *salzsauren Gas* durch *Zinn* und *Zink*, die darin erhitzt wurden, betrug das Volumen des entbundenen *Wasserstoffgas* ungefähr die Hälfte des Volums des *salzsauren Gas*, und es bildeten sich dabei dieselben *salzsauren Metalle*, welche beim Verbrennen des Zinns und des Zinks in *oxygenirt- salzsaurem Gas* entstehen.

Es erhellet aus diesen Bemerkungen, daß die Ansicht, welche Scheele von der *oxygenirten Salzsaure* und der gemeinen *Salzsaure* gefaßt (ob- schon aus Mangel einer allgemein angenommenen

Theorie dunkel und schwankend vorgetragen) hat, sich für eine Aussage der Thatfachen nehmen läßt; indess die Ansicht der französischen chemischen Schule von diesen beiden Säuren, welche so genügend zu seyn schien, bei genauerer Beleuchtung, dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse zu Folge, nur auf einer *Hypothese* beruht.

Oxygenirt-salzsaures Gas und Wasserstoffgas, ungefähr in gleichem Volume mit einander vermischt, verbinden sich mit einander und bilden salzsaures Gas. Behandelt man dagegen salzsaures Gas mit Quecksilber oder mit irgend einem andern Metall, so wird die oxygenirte Salzsäure demselben durch das Metall entzogen, zu welchem es größere Verwandtschaft, als zu dem Wasserstoffe, hat, und es entsteht eine oxygenirt-salzsaure Verbindung, der völlig ähnlich, welche sich beim Verbrennen des Metalls in oxygenirt-salzsaurem Gas bildet, und die man gewöhnlich für gemeine salzsaure oder für wasserfreie salzsaure Verbindungen genommen hat. — Die Einwirkung, welche auf diese Verbindungen das Wasser ausübt, erklärt sich sehr leicht aus jener Ansicht. Bringt man Wasser in bestimmtem Verhältnisse zu Libav's Flüssigkeit, so erhält man eine feste krySTALLisirte Masse, aus der sich durch Ammoniak Zinnoxid und salzsaures Ammoniak bilden läßt. In diesem Fall scheint der Sauerstoff des Wassers das Zinn zu oxydiren und der Wasserstoff des Wassers sich mit der oxygenirten Salzsäure zu

gemeiner Salzsäure zu verbinden. — Bringt man Wasser auf das Product des Verbrennens des *Phosphors* in oxygenirt-salzsäurem Gas, so entstehen zwei Säuren, Salzsäure und Phosphorsäure; das Wasser scheint hier dem Phosphor seinen Sauerstoff und der oxygenirten Salzsäure seinen Wasserstoff abzutreten und dadurch letztere in Salzsäure zu verwandeln. — Keine der *Verbindungen des oxygenirt-salzsäuren Gas mit verbrennlichen Körpern* läßt sich durch wasserfreie Säuren zersetzen; und das scheint ihr unterscheidender Charakter von den *salzsäuren Verbindungen* zu seyn, mit denen man sie bis jetzt vermengt hatte. So z. B. ist das *salzsäure Kali*, im Zustande nach dem Glühen, eine Verbindung von oxygenirter Salzsäure mit Kalium, (ist anders das Mischungsverhältniß, welches Berthollet dafür angiebt, das richtige); das *salzsäure Ammoniak* ist dagegen eine Verbindung von Salzsäure mit Ammoniak und wird durch Einwirkung des Kaliums zersetzt, indem die oxygenirte Salzsäure sich mit dem Kalium zu salzsäurem Kali zu vereinigen scheint und das Ammoniak und der Wasserstoff frei werden.

Auf den ersten Anblick scheint die Heftigkeit, mit der verbrennliche Körper in dem oxygenirt-salzsäuren Gas *verbrennen*, zu beweisen, daß die verbrennlichen Körper bei diesem Proceß vom Sauerstoff durchdrungen werden; aber Wärme und Licht entstehen hier blos durch die große Kraft, mit der die Verbindung vor sich geht. Schwefel und Metalle, alkalische Erden und Säuren, kommen bei ih-

rer Einwirkung auf einander zum Glühen. Man darf daher wohl einen ähnlichen Erfolg bei einer so schnellen Wirkung erwarten, als die ist, welche die oxygenirte Salzsäure auf Metalle und brennbare Körper äussert.

Es scheint ferner für die Hypothese, dass oxygenirte Salzsäure aus Sauerstoff und aus einer Säure als Basis besteht, die Analogie zwischen den Verbindungen des oxygenirt-salzsäuren Gas mit Metallen, mit den gewöhnlichen Neutralsalzen zu sprechen. Sieht man aber sorgfältiger nach, so zeigt sich, dass es schwer ist, eine solche Analogie aufzufinden. Fände sie indeß auch Statt, so würde sie sich eben so gut für die entgegengesetzte Lehre *) anführen lassen; denn nach dieser sind die Neutralsalze Verbindungen von Basen mit Wasser, und die Metalle Verbindungen von Basen mit Wasserstoff, daher dann beim Einwirken von oxygenirt-salzsäurem Gas auf die Metalle, das Metall sowohl den zur Bildung von Salzsäure nöthigen Wasserstoff, als die zur Bildung der neutralen Verbindung erforderliche Basis hergeben würde.

Dass beim *Zersetzen des salzsäuren Gas durch die Metalle* grade so viel Wasserstoffgas freiwird, als wenn die Metalle das Wasser zersetzen, scheint zwar auf dem ersten Anblick ein offener Beweis zu seyn, dass Wasser im salzsäuren Gas vorhanden sey. Da aber nur eine *Einzige* Verbindung zwischen Wasserstoff und oxygenirter Salzsäure, so viel

*) Die verbesserte phlogistische.

wir wissen, existirt *), so muß, wenn sie zerlegt wird, immer eine gleiche Menge Wasserstoff von ihr abgeschieden werden. Der Wasserstoff wird durch ein Metall aus seiner Verbindung mit oxygenirter Salzsäure auf dieselbe Art abgeschieden, als ein Metall durch ein anderes aus ähnlichen Verbindungen; und von allen verbrennlichen Körpern, welche Verbindungen dieser Art bilden, scheint (Phosphor und Schwefel vielleicht ausgenommen) der Wasserstoff mit der wenigsten Kraft an der oxygenirten Salzsäure zu adhären.

Ich habe mittelst Platinspitzen starke *elektrische Entladungsschläge* mehrere Stunden lang fort-dauernd durch *oxygenirt-salzsäures Gas* durchgehen lassen; es schien aber dadurch nicht im geringsten verändert zu werden. — Darauf ließ ich den elektrischen Strom eines *Volta'schen Apparats* aus 1000 Doppelplatten einige Stunden lang auf die Verbindungen des Phosphors und des Schwefels mit oxygenirter Salzsäure einwirken; es schied sich aber kein anderes Gas ab, als eine sehr kleine Menge Wasserstoffgas, welche mir von anwesender Feuchtigkeit in dem Apparate, den ich brauchte, herzurühren schien. Ich erhielt in der That ein Mahl Wasserstoffgas, als ich *Libav's Flüssigkeit* auf dieselbe Art behandelte, überzeugte mich aber, daß es durch Zersetzung von Wasser entstand, welches dem Quecksilber adhärte. In einigen meiner
 letzt-

*) Nämlich die gemeine Salzsäure.

letzten Versuche, bei denen ich 2000 Doppelplatten und Platindrähte brauchte, und die Flüssigkeit mit Quecksilber, das sorgfältig ausgekocht worden war, gesperrt erhielt, erschien gar keine permanent elastische Flüssigkeit.

Da sich die Gegenwart von Sauerstoff in der oxygenirten Salzsäure durch keine Versuche darthun läßt, so ist die Frage sehr natürlich, was wir von denen Zusammensetzungen denken sollen, von welchen man bisher glaubte, sie seyen Verbindungen von Salzsäure mit noch viel mehrerem Sauerstoff, als in der oxygenirten Salzsäure vorhanden sey, und enthielten diese Säure in einem Zustande, in welchem Herr Chenevix ihr den Namen *überoxygenirte Salzsäure* gegeben hat? Kann wirklich die oxygenirte Salzsäure sich eben so gut mit dem Sauerstoff, als mit dem Wasserstoff verbinden, und kann sie mit jedem dieser Körper zu einer Säure werden, von denen noch dazu die mit dem Wasserstoff die stärkste, und die mit dem Sauerstoff die schwächste Verwandtschaft zu den Basen haben würde, da nach Herrn Chenevix die überoxygenirt-salzsäuren Salze von der Salzsäure zersetzt werden? Oder ist vielleicht die überoxygenirte Salzsäure selbst die Basis dieser ganzen Klasse von Körpern und die einfachste Gestalt dieser Art von Materie? Die Erscheinungen bei der Bildung und bei der Zersetzung der überoxygenirt-salzsäuren Salze lassen sich gleichmäfsig aus der einen und aus der andern dieser An-

nahmen erklären; keine von beiden aber *) wird von der Erfahrung unterstützt.

Ich habe auf verschiedene Weise versucht, dem *überoxygenirt-salzsauren Kali* die Säure, durch die es neutralisirt ist und von der man wähnte, sie sey überoxygenirt, zu entziehen, aber immer ohne Erfolg. Unterwirft man dieses Salz mit trockner Borsäure der Destillation, so erhält man zwar ein wenig oxygenirte Salzsäure, aber das Hauptproduct in Gasgestalt ist Sauerstoffgas, und es bildet sich ein nicht zersetzbares salzsaures Kali. Die Destillation der orangefarbenen Flüssigkeit, welche beim Auflösen des überoxygenirt-salzsauren Kali in Schwefelsäure sich abscheidet, giebt nichts als Sauerstoffgas in grossem Uebermalse und oxygenirt-salzsaures Gas.

Wenn man *Salzsäure* oder Auflösungen salzsaurer Salze in der Kette der *Volta'schen Batterie* electrifizirt, so entbindet sich an der positiven Oberfläche oxygenirte Salzsäure und an der negativen Oberfläche Wasserstoff. Electrifizirt man eine Auflösung *oxygenirter Salzsäure* in Wasser, so erscheinen an der positiven Oberfläche oxygenirte Salzsäure und Sauerstoff**) und an der negativen Wasser-

*) Das heisst: weder die Meinung, daß die sogenannte überoxygenirte Salzsäure aus Sauerstoff bestehe, noch die Meinung, daß sie chemisch einfach sey. *Gilbert.*

**) In einer solchen Auflösung ist der oxygenirten Salzsäure so wenig vorhanden, daß die Hauptproducte von der Zersetzung des Wassers herrühren müssen; und dieses findet auch in andern Fällen Statt. In verdünnter Salpetersäure und Schwefelsäure wird bloß das Wasser zersetzt. *Davy.*

stoff. Diese Thatfachen entsprechen nicht der Vorstellung, daß es eine überoxygenirte Salzsäure gebe, man mag sie für eine Verbindung von oxygenirter Salzsäure mit Sauerstoff, oder für die Basis der oxygenirten Salzsäure nehmen *).

Bei genauerem Nachdenken über die Thatfachen, die wir in Beziehung auf das *überoxygenirt-salzsäure Kali* kennen, läßt sich dieses Salz in der That für nichts anders, als für eine *dreifache* Verbindung aus oxygenirter Salzsäure, Kalium und Sauerstoff nehmen. Wir haben keinen einzigen gültigen Grund, um eine eigenthümliche Säure oder eine beträchtliche Menge gebundenen Wassers darin anzunehmen. Es dürfte der chemischen Analogie mehr entsprechen, sich vorzustellen, daß die große Menge Sauerstoff in demselben an dem Kalium gebunden sey, dessen sehr große Verwandtschaft zum Sauerstoff bekannt ist, als daß sie mit der oxygenirten Salzsäure in Verbindung stehe, die, so viel man hat erforschen können, keine Verwandtschaft zum Sauerstoff hat; und ich bin nach einigen Versuchen geneigt, zu glauben, daß das Kalium sich direct selbst mit mehr Sauerstoff verbinden kann, als in dem überoxygenirt-salzsäuren Kali vorhanden ist.

*) Erst späterhin hat H. Davy eine Methode entdeckt, eine Verbindung aus oxygenirt-salzsäurem Gas und Sauerstoff für sich und zwar gasförmig darzustellen, und sie hat die Eigenschaften, welche von Herrn Chenevix der überoxygenirten Salzsäure zugeschrieben werden, wie der Leser in der dritten dieser Abhandlungen finden wird. Gilbert.

Man nimmt gewöhnlich an, daß beim Zersetzen von überoxygenirt-salzsauerm Kali durch Salzsäure sich eine Mengung von oxygenirter und überoxygenirter Salzsäure entbinde; ich habe mich aber durch mehrere Versuche überzeugt, daß das Gas, welches in diesem Falle entsteht, wenn es nicht mit Sauerstoffgas vermengt ist, sich mit derselben Menge Wasserstoff verbindet, als das gewöhnliche mittelst Mangan-Oxyd gebildete oxygenirt-salzsäure Gas *). Bei genauer Untersuchung finde ich, daß auch das Gas, welches sich während des Auflösens von Platin in Salpeter-Salzsäure entbindet, und das man für überoxygenirt-salzsäures Gas hielt, nichts anders als oxygenirt-salzsäures Gas ist, dessen eigene Farbe von sehr wenig salpeter-salzsäurem Dampf herrührt, der darin schwebt und sehr leicht durch Walchen fortzunehmen ist **).

*) Dasselbe scheint aus Cruikshank's Versuchen hervorzugehen. (*Nichols. Journ.* Vol. 5. q. p. 206.) Beim Zersetzen des überoxygenirt-salzsäuren Kali durch Salpetersäure oder durch Schwefelsäure entstehen oxygenirt-salzsäures Gas und Sauerstoffgas. Salzsäure giebt dagegen mit diesem Salze blos oxygenirt-salzsäures Gas in großer Menge; in diesem Fall scheint daher eine Zersetzung der Salzsäure durch den in dem Salze nur locker gebundenen Sauerstoff vorzugehen.

Davy.

**) Schon vor einigen Jahren hatte ich gefunden, daß diesem Gas die Eigenschaften des oxygenirt-salzsäuren Gas zukommen, und mehrere mit vieler Sorgfalt angestellte Versuche haben mich belehrt, daß das Platin keinen Antheil an der Entbindung dieses Gas hat. Es entsteht, indem das Königswasser sich bildet. Der Wasserstoff der Salzsäure reißt Sauerstoff aus der Salpetersäure an sich; da-

Es giebt vielleicht wenige Körper, die einen geringeren Anspruch darauf haben, für eine *Säure* gehalten zu werden, als das *oxygenirt-salzsaure Gas*. Da wir keinen Grund haben, anzunehmen, daß es je zerlegt worden sey, und da es Verwandtschaft zu den reinen verbrennlichen Körpern hat, so möchte es vielmehr mit dem Sauerstoff zu einerlei Klasse von Körpern gehören. Und könnte es nicht in der That ein *eigenthümliches acidifirendes und auflösendes Princip* seyn, das fähig wäre, mit den verbrennlichen Körpern Verbindungen hervorzu- bringen, deren Eigenschaften und Kräfte ähn- lich wären denen der Verbindungen der ver- brennlichen Körper mit solchen Säuren, welche Sauerstoff enthalten, oder denen der Oxyde, und die sich von diesen letzteren Verbindungen

durch wird oxygenirt-salzsaures Gas frei und es bleibt in der Auflösung Salpetergas, durch das sie dunkelroth ge- färbt wird. *Salpetrige Säure* und *Salzsäure* erzeugen kein oxygenirt-salzsaures Gas. Nimmt man Königswasser, das schon vollkommen gebildet ist, zum Auflösen des Platins, so entbindet sich während des Auflösens blos Salpetergas und salpetrigsaurer Dunst. Ich finde, daß oxygenirt-salz- saures Gas sich weit schneller entbindet, wenn man glei- che Theile Salpetersäure vom specif. Gewichte 1,45, und Salzsäure vom spec. Gewichte 1,18 mit einander ohne Pla- tin erhitzt, als wenn man sie auf dieses Metall einwirken läßt. Das oxygenirt-salzsaure Gas, welches aus Salzsäure durch Salpetersäure gebildet wird, verbindet sich ungefähr mit einem gleichen Volumen Wasserstoffgas, wenn es da- mit detonirt wird.

Davy.

[H. Davy hat in der dritten der hier stehenden Abhand- lungen diesen Faden weiter verfolgt, und über die Verschie- denheiten in dem oxygenirt-salzsauren Gas nach der ver- schiedenen Art der Entwicklung belehrende Aufschlüsse gegeben.

Gilbert.]

hauptsächlich dadurch unterscheiden, daß sie größtentheils *durch Wasser zersetzbar* sind? In dieser Hypothese ließe sich der Wasserstoff für die Basis und die oxygenirte Salzsäure für das acidifirende Princip der *Salzsäure* nehmen. Das *Phosphor-Sublimat*, *Libav's Flüssigkeit* und die Verbindungen aus *Arsenik mit oxygenirter Salzsäure* lassen sich dann als ähnliche Körper ansehen und nicht als solche, deren acidifirendes Princip oxygenirte Salzsäure ist. Die Verbindungen der oxygenirten Salzsäure mit *Blei, Silber, Quecksilber, Kalium und Natronium* würden nach dieser Ansicht eine Klasse von Körpern ausmachen, die in ihren Verwandtschaften mehr Aehnlichkeit mit den Oxyden, als mit den Säuren haben. Die neuere chemische Nomenclatur ist in Hinsicht dieser Körper sehr unvollkommen, hauptsächlich daher, weil man sich über ihre Natur und Zusammensetzung falsche Begriffe gemacht hatte. Wenn die Untersuchungen über sie werden weiter geführt seyn, dürften die Fortschritte in der Wissenschaft es nöthig machen, die Nomenclatur hier wesentlich zu ändern *).

Höchst wahrscheinlich giebt es eine Menge von *Verbindungen des oxygenirt-salzsäuren Gas mit verbrenntlichen Körpern*, die noch nicht untersucht worden sind. Mit dem *Phosphor* scheint es sich zum wenigsten nach drei verschiedenen Verhältnissen vereinigen zu können. Die phosphorhaltige

*) Vorschläge dazu macht H. Davy in der zweiten dieser Abhandlungen. Gilbert.

Salzsäure der Herren Gay-Lussac und Thénard enthält den Phosphor im *Maximum*. Das krystallisirte Phosphor-Sublimat und Libav's Flüssigkeit, welche beim Verbrennen in dem oxygenirt-salzsäuren Gas entstehen, geben, wenn Wasser auf sie einwirkt, keinen Phosphor her; das Sublimat entwickelt aus sich blos Phosphorsäure und Salzsäure, und Libav's Flüssigkeit, wie ich glaube, blos phosphorige Säure und Salzsäure. Das Sublimat, welches beim Verbrennen des *Boracium* [d. h. der Basis der Boraxsäure] in oxygenirt-salzsäurem Gas aufsteigt *), giebt, wie ich glaube, blos Boraxsäure und Salzsäure, und man kann es für Boracium nehmen, das durch oxygenirt-salzsäures Gas acidifirt ist. Offenbar muß jedesmal, wenn eine oxygenirt-salzsäure Verbindung durch Wasser zerlegt wird, das Oxyd, oder die Säure, oder das Alkali, oder der gebildete oxydirte Körper dem oxygenirt-salzsäuren Gas, welches sie enthielt, proportional seyn, da der Sauerstoff und der Wasserstoff in einerlei Verhältniß zu einander bleiben müssen; und Versuche über diese Verbindungen werden wahrscheinlich auf einfache Mittel führen, die Mischungsverhältnisse in diesen verschiedenen Oxyden und Säuren und in den alkalischen Erden aufzufinden.

Setzt man das Gewicht des *Wasserstoffs* 1, so wird, nach der scharfsinnigen Idee des Herrn Dalton, das Gewicht des *Sauerstoffs* ungefähr 7,5 seyn, der Zusammenetzung des Wassers entsprechend; und besteht das Kali aus gleichviel Theilchen

*) Vergl. *Annal.* Neue Folge. B. 5. S. 445. Gilbert.

Sauerstoff und Kalium, so wird das *Kali* vorausgesetzt, daß es ungefähr 15,6 Procent Sauerstoff enthält, durch 48, und das *Kalium* durch 40,5 dargestellt, die *oxygenirte Salzsäure* aber durch 32,9, nach der Verbrennung von Kalium darin zu urtheilen, deren Detail man in meiner vorigen Baker'schen Vorlesung *) findet, und folglich das *salzsäure Gas* durch 33,9 **). Diese Schätzungen stimmen

*) *Annal.* voriger Band. S. 34 f.

Gilbert.

**) [Dem größten Theil meiner Leser wird dieses unverständlich seyn; es stehe daher hier die folgende Anmerkung, welche ich aus der zweiten dieser Abhandlungen Davy's hieher übertrage. Sie bezieht sich auf gegenwärtige Stelle und wird das nöthige Licht über sie verbreiten.]

Gilbert.]

„Ich habe von Herrn Dalton als von dem Urheber der Hypothese gesprochen, daß Wasser aus 1 Theilchen Sauerstoff und 1 Theilchen Wasserstoff bestehe; seitdem aber habe ich gefunden, daß diese Meinung schon in einem Werke vorgetragen wird, das im J. 1789 erschienen ist: *A comparative View of the Phlogistic and Antiphlogistic Theories*, by William Higgins. Herr Higgins hat in diesem durchdachten und geistreichen Werke manche glückliche Vermuthung über die Art gemacht, wie nach der Corpuscular-Hypothese die kleinsten Theilchen oder Molecule der Körper mit einander verbunden seyn können; und mehrere seiner Ansichten scheinen mir haltbarer zu seyn, wenn man seine Data annimmt, als alle, welche man seitdem aufgefaßt hat. So z. B. sieht er das *Salpetergas* an, als bestehend aus 2 Theilchen Sauerstoff auf 1 Theilchen Stickstoff. Herr Higgins hat auch die Zusammensetzung des *Schwefel-Wasserstoffgas* aus der electrischen Zersetzung desselben richtig abgeleitet. In so fern der Wasserstoff sich mit andern Körpern unter allen in kleinster Menge verbindet, ist es am passendsten, ihn mit der Einheit zu bezeichnen; und dann ist die Proportion im *Ammoniak* 3 [Theilchen] Wasserstoff und 1 [Theilchen] Stickstoff, und die Zahl, welche die kleinste Proportion

überein mit den *specifischen Gewichten* des oxygennirt-salzsauren und des gemeinen *salzsauren Gas*.

ausdrückt, nach der sich Stickstoff, so viel wir wissen, verbindet, ist 13,4. Herr Dalton nimmt in seinem *New System of Chemical Philosophy* p. 336 und 436. als Zahl, welche das Gewicht des *Stickgas-Atoms* darstellt, 4,7 oder 5,1 an, und führt meine *Researches* als Beleg dazu an; aber alle meine Untersuchungen, welche sich in diesem Werke über Salpetersäure, Salpetergas, oxydirtes Stickgas und die Zersetzung des salpetersauren Ammoniaks finden, stimmen viel näher mit der Zahl 13,4 zusammen. Nach Herrn Dalton enthält *salpetersaures Ammoniak* 1 Theilchen Säure auf 1 Theilchen Alkali, und *salpetersaures Kali* 2 Theilchen Säure auf 1 Theilchen Alkali; da aber ersteres bekanntlich ein saures und letzteres ein neutrales Salz ist, so muß vielmehr das Umgekehrte Statt finden. Er schätzt den Wassergehalt der *Salpetersäure* vom specif. Gewicht 1,54 auf 27,5 Procent; diese Säure aber ist nach ihm stärker, als die, welche er durch Zersetzung von geschmolzenem Salpeter (der nach ihm kein Wasser enthalten soll) durch Schwefelsäure erhielt, welche nur 19 Procent Wasser enthält, und von der mehr an Gewicht, als von der genommenen Schwefelsäure überging. Nach diesen Datis muß seine Angabe des Wassergehalts in der Salpetersäure nothwendig falsch seyn. Ich finde Wasser in geschmolzenem Salpeter, wenn ich ihn durch Boraxsäure zersetze. — Doch ich will mich in keine Untersuchung der Meinungen, Schlüsse und Resultate meines gelehrten Freundes hier einlassen, obgleich ich in den mehresten anderer Meinung seyn, auch gegen die Auslegung, die es ihm von meinen Versuchen zu machen gefallen hat, förmlich protestiren muß. Zu seiner Einsicht und Wahrheitsliebe habe ich das Zutrauen, daß er seine Ansichten berichtigen werde. Man muß den Scharfsinn und die Talente bewundern, welche Herr Dalton im Anordnen, Verbinden, Wägen, Messen und Gestalten seiner Atome zeigt; die wahre Theorie von den bestimmten Verhältnissen der Verbindungen darf aber nicht auf Speculationen über die letztern Theilchen der Materie gegründet werden. Sie findet eine sicherere

Es wiegen nemlich nach meinen Versuchen, nach gehöriger Reduction auf die mittlere Temperatur und den mittlern Barometerstand, 100 Kubikzoll oxygenirt-salzsaures Gas 74,5 Grains, und 100 Kubikzoll salzsaures Gas 39 Grains, indess nach jener Schätzung das Gewicht der erstern 74,6 und das der letztern 38,4 Grains betragen würde.

Kennt man nun noch die Zusammensetzung aller trocknen salzsauren Verbindungen, so ist es leicht, aus diesen Datis die Menge von Oxyd oder von Säure aufzufinden, welche jede derselben durch Einwirkung von Wasser hergeben muß, und folglich die Menge von Sauerstoff zu bestimmen, mit dem der verbrennliche Körper sich verbindet *).

Grundlage in den gegenseitigen Zersetzungen, wie sie Richter und Gwynne de Morveau zwischen den Neutralsalzen wahrgenommen haben, und wie sie zwischen den Verbindungen aus Wasserstoff und Stickstoff, aus Stickstoff und Sauerstoff, und zwischen Wasser und oxygenirt-salzsauren Körpern vor sich gehn; ferner in dem Vielfachen, wonach der Sauerstoff in seinen Verbindungen mit Stickstoff, und nach Wollaston's und Thomson's Beobachtungen in den sauren Salzen vorhanden ist; und vor allem in der Zersetzung durch den Volta'schen Apparat, bei welcher Sauerstoff und Wasserstoff, Sauerstoff und verbrennliche Körper, Säuren und Alkalien etc. in constanten Verhältnissen von einander müssen geschieden werden.“ Davy.

[Es sey mir erlaubt, den Leser hierbei auf meine akadem. Abhandlung: *Dissert. historico-critica de mystionum chemicarum simplicibus et perpetuis rationibus earumque legibus nuper detectis*. Lips. 1811. 4. und auf die Untersuchungen zu verweisen, auf die sie hindeutet.

Gilbert.

*) Ich habe in meiner letzten Baker'schen Vorlesung festgesetzt, daß, wenn das Ammoniak-Amalgam sich zer-

Der Beweis, durch den ich in meiner vorigen Baker'schen Vorlesung darzuthun gesucht habe, daß das Kalium beim Verbrennen nicht Kali-Hydrat

setzt, Wasserstoffgas und Ammoniakgas in dem Volumen-Verhältnisse von 1:2 erscheinen. Welche Theorie man sich auch über die Natur dieser außerordentlichen Zusammensetzung macht, jede ist gleich genügend in Beziehung auf diese bestimmten Verhältnisse. Nimmt man an, daß das Wasserstoffgas von Zerletzung des Wassers herrühre, so wird der Sauerstoff, den man im Ammoniak vorhanden denken muß, genau hinreichen, den Wasserstoff eines gleichen Volumen Salzsäure zu neutralisiren. Oder will man das Ammonium für eine Verbindung von Ammoniak mit Wasserstoff nach dem Volumen-Verhältnisse von 2:1 nehmen, so werden gleiche Volumina salzsaures Gas und Ammoniakgas dieselbe Zusammensetzung hervorbringen, als oxygenirt-salzsaures Gas und Ammonium, vorausgesetzt, daß diese sich mittelbar verbinden können. — Ich hatte geglaubt, die Erscheinungen der Metallisation ließen sich aus einer Modification der phlogistischen Theorie erklären, wenn man, nemlich drei verschiedene Klassen metallischer Körper annehme: zur ersten gehöre das Ammonium, welches den Wasserstoff so locker gebunden enthalte, daß er sich sehr leicht abscheide, und wegen der geringen Verwandtschaft seiner Basis zum Wasser, nur ein geringes Streben nach Verbindung mit dem Sauerstoff habe; zur zweiten die Metalle der Alkalien und der alkalischen Erden, in welchen der Wasserstoff mit mehr Kraft gebunden sey, aber im Verbrennen, indem er Wasser bilde, von der Basis geschieden werden könne; zur dritten endlich die Metalle der Erden und die gewöhnlichen Metalle, die den Wasserstoff am stärksten bänden, und beim Vereinigen mit Sauerstoff Wasser bilden, das durch keine andern Verwandtschaften wieder geschieden werden könne. Aber durch die hier erzählten Erscheinungen, die sich beim Einwirken von Kalium und Natronium auf salzsaures Gas zeigen, scheinen diese Hypothesen, in sofern sie die Metalle der feuerbeständigen Alkalien betreffen, umgestossen zu werden.

Davy.

[sondern Kali] erzeugt, erhält eine große Stärke, wenn man die trocknen salzsauren Verbindungen für Verbindungen von oxygenirter Salzsäure mit verbrennlichen Körpern nimmt. In der That deutet die Menge von oxygenirter Salzsäure, welche das Metall bedarf, um ein salzsaures Salz hervorzubringen, darauf hin, daß der alkalische Körper darin die einfachste Form habe, die wir kennen, welches sich, wie es mir scheint, einem *experimentum crucis* nähert *). — Dies mit Alkohol bereitete und geglühete Alkali scheint ein *Kali-Hydrat* zu seyn, während das durch Verbrennen von Kalium gebildete Kali für ein *reines Metalloxyd* zu nehmen ist, welches ungefähr 19 Procent reines Wasser bedarf, um zu dem Hydrate zu werden.

Die *Kohle* ist von allen bekannten verbrennlichen Körpern der einzige, der sich nicht direct mit dem oxygenirt-salzsauren Gas verbindet; wir haben indeß Grund zu glauben, daß der Wasserstoff eine Verbindung beider vermitteln könne. Ich bin nemlich geneigt, den *öhlartigen Körper*, der sich bindet, wenn oxygenirt-salzsaures und Oehl-erzeugendes Gas auf einander einwirken, für eine *Tripel-Verbindung* dieser gasförmigen Körper zu nehmen; denn es verbinden sich von allen dreien nahe gleiche Volumina mit einander. Auch finde ich, daß das so gebildete Oehl, wenn Kalium darauf ein-

*) In dem *Journal de Physique* ist dieses folgendermaßen übersetzt: *Ce qui selon moi, approche d'une experience faite au creuset.* Gilbert.

wirkt, salzsaures Kali und ein Gas erzeugt, das ich mir indess noch nicht, in hinlänglicher Menge habe verschaffen können, um die Natur desselben zu bestimmen. Der *künstliche Kampher* und der *Salzäther* scheinen, nach den artigen Versuchen der Herren Gehlen und Thenard zu urtheilen, Verbindungen ähnlicher Art zu seyn, die eine wahr- scheinlich mit mehr Wasserstoff, die andere mit mehr Kohlenstoff.

Eine der wichtigsten Aufgaben in der techni- schen Chemie ist die *Zersetzung des salzsauren Na- tron* und des *salzsauren Kali*. Es ist nicht unwahr- scheinlich, daß diese neuen Ansichten uns zu einer genügenden Auflösung dieser Probleme führen wer- den. Kalium und Natronium haben eine sehr starke Verwandtschaft zu der oxygenirten Salzsäure; ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff und die ihrer Oxyde zum Wasser ist nicht geringer. Ebenfalls sind die Verwandtschaften des oxygenirt-salzsauren Gas zum Wasserstoff und des salzsauren Gas zum Wasser sehr mächtig. Es müßte also in allen Fällen, in welchen man versuchen wollte, das Alkali hervor- zubringen, Wasser gegenwärtig seyn. In dieser Ansicht ist es leicht, die Zersetzung des salzsauren Natron durch thonerdige oder kieselerdige Körper zu erklären, die, wie man weiß, nur dann wirken, wenn sie Wasser enthalten. \Wahrscheinlich verbin- det sich hier das Natronium mit dem Sauerstoff des Wassers und mit der Erde zu einer Art von Glas, und die oxygenirte Salzsäure mit dem Wasserstoff

des Wassers zu salzsaurem Gas. — Eben so leicht erklärt sich die Zerlegung des Kochsalzes durch *genähte Bleiglätte*, deren Theorie die scharfsinnigsten Chemiker in Verlegenheit gesetzt hat. Sie läßt sich durch zusammengesetzte Verwandtschaften bewirkt denken. Das Blei bemächtigt sich der oxygenirten Salzsäure, und das Natronium verbindet sich mit dem Sauerstoff der Glätte und mit dem Wasser zu Natron-Hydrat, welches allmählig Kohlensäure aus der Luft an sich zieht. — Da auch das *Eisen* große Verwandtschaft zur oxygenirten Salzsäure hat, so versuchte ich, diese Säure in Dampfgestalt über eine stark erhitzte Mischung von Eisenfeile und Kochsalz wegzutreiben; und in der That gelang es mir auf diese Weise, einen Theil des Salzes zu zersetzen. Es entwickelte sich dabei Wasserstoffgas, und es entstand, außer ein wenig Natron-Hydrat, salzsaures Eisen.

Sind die hier entwickelten Ansichten die richtigen, so dürfen wir selbst hoffen, durch zusammengesetzte Verwandtschaften das Kalium und Natronium aus ihren oxygenirt-salzsauren Verbindungen in Metallgestalt dargestellt zu sehen. Es käme hauptsächlich nur darauf an, einen in dem Grade der Flüchtigkeit von ihnen sehr verschiedenen Körper aufzufinden, der sich mit ihnen verbände, während ein anderer Körper sich der in ihnen enthaltenen oxygenirten Salzsäure bemächtigte.

Ehe ich diese Materie verlasse, sey es mir vergönnt, noch *einige theoretische Beziehungen* zu berühren.

Ein größtentheils aus *oxygenirter Salzsäure* und *Ammoniak* (zwei bisher für unvereinbar gehaltenen Substanzen) bestehender Körper, der der Zersetzung mit so großer Kraft widersteht, daß kaum irgend ein chemisches Wirkungsmittel ihn anzugreifen vermag *), ist eine Erscheinung ganz neuer Art. Es bilden hier drei Substanzen (zwei permanente Gasarten und eine dritte sehr flüchtige Substanz) eine Verbindung, welche bis zum Weißglühen erhitzt, weder schmilzt noch verflüchtigt wird. Daß das Ammoniak in einer solchen Hitze fix bleibt, würde niemand erwartet haben; und daß es in ihr gar mit oxygenirter Salzsäure in Verbindung bleibt, müßte nach allen Analogien, die wir in der Chemie haben, unglaublich scheinen. Und doch sind die Versuche, aus welchen ich diese Folgerungen gezogen habe, gleichförmig in ihren Resultaten, und lassen sich leicht wiederholen. Sie scheinen anzuzeigen, daß der Satz, den man gewöhnlich in der Chemie annimmt: daß, je zusammengesetzter die Verbindungen sind, sie desto leichter zersetzt werden können, — nicht hinlänglich begründet ist. Der aus oxygenirter Salzsäure, Phosphor und Ammoniak zusammengesetzte Körper gleicht in seinen allgemeinen chemischen Charakteren einem Oxyde, wie z. B. dem des Columbiums, und wird beim Be-

*) Vergl. oben S. 6 f.

handeln mit den gewöhnlichen Reagentien nicht angegriffen. Nimmt man das Verbrennen und die Einwirkung des glühend schmelzenden Kali's aus, so würde es an einem Mittel fehlen, die Natur desselben durch irgend eine der gebräuchlichen Methoden der Analyse zu entdecken.

Sollte es hierdurch nicht wahrscheinlich werden, daß viele von den Körpern, welche wir bis jetzt für chemisch-einfach halten, sich auf einfachere Formen der Materie werden zurückführen lassen? und daß sehr große Stärke der Verwandtschaft und Gleichgewicht der Anziehungen einem aus mehreren Bestandtheilen gebildeten Körper den Charakter der Unangreifbarkeit geben können, welchen man allgemein der Einfachheit seiner Constitution oder der homogenen Natur seiner Theile zuschreibt?

Es ist wahrscheinlich, daß sich aus Oxyden, Alkalien oder Erden Zusammensetzungen mit den oxygenirt-salzsäuren Verbindungen, oder aus diesen Verbindungen unter einander selbst bilden lassen, welche von derselben Natur, als das Phosphor- und Ammoniak-Sublimat und die ähnlichen Verbindungen sind, von denen wir geredet haben. Sollte dieses der Fall seyn, so würden diese neuen Thatfachen, welche auf den ersten Anblick widersprechend zu seyn scheinen, die feinsten Analogieen der chemischen Naturforschung erweitern. Denn gehörte die oxygenirte Salzsäure mit dem Sauerstoff wirklich zu derselben Klasse von Körpern, so

so ließe sich vermuthen, daß, so wie der Sauerstoff selbst keine Säure ist, aber im Verbinden mit gewissen verbrennlichen Körpern Säuren, mit andern Oxyden, erzeugt, so auch die oxygenirte Salzsäure durch ihre Vereinigung mit verbrennlichen Körpern entweder Säuren, wie das mit dem Wasserstoff der Fall ist, oder den Oxyden ähnliche Verbindungen, wie z. B. den oxygenirt-salzsäuren Phosphor oder das oxygenirt-salzsäure Zinn hervorbringe.

In dem Kreise der Volta'schen Batterie wird die oxygenirte Salzsäure eben so, wie der Sauerstoff, nach der positiven Oberfläche hin gezogen; und in der Hypothese eines Zusammenhangs zwischen den chemischen Anziehungen und den electricischen Kräften entsprechen ihre Kräfte der Verbindung, alle denen eines in höherm Grade negativen Körpers. Sie scheint ihren negativen Charakter selbst den mehrsten ihrer Verbindungen mitzutheilen, die mit den Alkali-Metallen, welche sich als im höchsten Grade positiv betrachten lassen, und die mit den übrigen Metallen ausgenommen, mit welchen sie unauflösliche Verbindungen macht.

a) *Neue Untersuchungen über den Schwefel und den Phosphor, als berichtigender Zusatz zu den früheren Vorlesungen.*

Noch sind mir einige Bemerkungen übrig, die sich auf die Baker'schen Vorlesungen der beiden letzten Jahre *) beziehen, vorzüglich auf das, was

*) *Annalen N. F. B. 5. S. 278 f.; B. 6. S. 184 und 232.; und B. 7. S. 34.*

ich in ihnen von dem Schwefel und dem Phosphor gesagt habe. Neue und genauere Untersuchungen haben mich in den Stand gesetzt, einiges zu berichtigen, was ich in ihnen vorgetragen habe, und anderem mehr Ausdehnung zu geben. Beides soll, in aller Kürze geschehen.

Ich habe schon darauf aufmerksam gemacht, daß bei der Einwirkung des Kalium auf Schwefel und Phosphor und auf die Verbindungen beider mit dem Wasserstoff, die Resultate nach Verschiedenheit der Umstände etwas verschieden ausfallen. Ich will hier die Umstände anführen, durch die es mir möglich gewesen ist, gut zu beobachten.

Die gelehrten Untersuchungen des Dr. Thomson haben dargethan, daß der Schwefel in seinem gewöhnlichen Zustande eine geringe Menge einer Säure enthält. Ich hatte zwar bei meinen ersten Arbeiten geglaubt, natürlich krystallisirter Schwefel, der so eben in Stickgas sublimirt worden, sey von allen fremden Materien frey, und habe mich desselben zu meinen Versuchen bedient; ich muß aber vermuthen, daß diesem nicht so ist. Denn als ich beim Sublimiren von ein wenig ähnlichem Schwefel in Stickgas in den obern Theil der Retorte ein Lackmuspapierchen angebracht hatte, fand sich dieses leicht geröthet. — Ist die Retorte, in der man die Verbindung von Kalium und Schwefel bewerkstelligt, nicht innerlich mit Schwefel bekleidet, so wird etwas Kalium durch Einwirkung des Glases auf dasselbe zerstört, und hat man viel Schwefel genom-

men, so hält es sehr schwer, das entstandene Schwefel-Kalium durch eine Säure ganz zu zersetzen. Auch ist das Schwefel-Wasserstoffgas in Salzsäure unlöslich, ein Umstand, der gemacht hat, daß ich die Menge desselben, die sich in Versuchen dieser Art entbindet, zu klein geschätzt hatte ¹⁾. — Bei meinen ersten Versuchen über die Einwirkung von Kalium auf Schwefel-Wasserstoffgas, nahm ich von beiden bedeutende Mengen; dann geht aber die Verbindung mit solcher Heftigkeit vor sich, daß ein großer Theil des Gas, wie ich vermüthen muß, zersetzt wird, und dadurch mußte ich in meinen Schlüssen über diese interessante Operation irre geführt werden.

Zu allen meinen neuen Versuchen mit Schwefel oder Schwefel-Wasserstoffgas habe ich Salzsäure genommen, die ich über Quecksilber mit Schwefel-Wasserstoff gesättigt hatte, und Schwefel, welchen ich aus Schwefelkies im luftleeren Räume überdestillirt hatte, und durch den Lackmuspapier nicht im

¹⁾ Dieses ist den Herren Gay-Lussac und Thenard nicht entgangen, und wird von ihnen in einem Aufsatze im Decemberstück des *Journ. de Phys. [Annal. Neue Folge B. 5. S. 292.]* angezeigt, in welchem sie darzuthun suchen, daß während des Einwirkens des Schwefels auf Kalium unter allen Umständen, man habe viel oder wenig Schwefel genommen, sich genau dieselbe Menge von Gas entbindet, welche das angewendete Metall durch Einwirken auf Wasser würde entwickelt haben. Es ist mir nicht gelungen, so genaue Resultate zu erhalten, und ich habe in demselben Journal [*Annal. ebendaf. B. 6. S. 232.*] einige Bemerkungen über diese Untersuchungen bekannt gemacht.

Davy.

geringsten geröthet wurde. Diesen Schwefel habe ich mit Kalium verbunden in Retorten aus grünem Glase; oder *plate-glass*, die inwendig mit Schwefel überzogen und mit sehr reinem Stickgas oder Wasserstoffgas gefüllt waren. Beim Einwirken von Kalium auf Schwefel-Wasserstoffgas habe ich nicht mehr als 1 bis 3 Kubikzoll von diesem Gas genommen, und die Verbindung über trockenem Quecksilber in engen, unbogenen Röhren aus grünem Glase bewerkstelligt. Aller dieser Vorsicht ungeachtet, und obgleich ich eine große Menge dieser Versuche machte, gelang es mir doch nicht, zu vollkommen gleichförmigen Resultaten zu gelangen; sie stimmen indess hinlänglich unter einander überein, um mich in den Stand zu setzen, Folgerungen aus ihnen zu ziehen, die ich wagen darf, für nicht weit von der Wahrheit abweichend auszugeben.

Wenn man 1 Grain Kalium, der mit Wasser $1\frac{1}{8}$ Kubikzoll Wasserstoffgas geben würde, mit ungefähr $\frac{1}{4}$ Grain Schwefel erhitzt, so sublimirt sich ein wenig Schwefel, während die Verbindung vor sich geht, die stets mit Wärme- und Licht-Entbindung verbunden ist, und es entbindet sich $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6}$ Kubikzoll Schwefel-Wasserstoffgas. Läßt man auf die Verbindung Salzsäure einwirken, die mit Schwefel-Wasserstoff geschwängert ist, so erhält man $\frac{2}{6}$ bis $1\frac{1}{8}$ Kubikzoll reines Schwefel-Wasserstoffgas. — Hat man eine große Menge Schwefel, z. B. 3 bis 10 Mahl so viel als Kalium, dem Gewichte nach, genommen, so entbindet die Säure nur $\frac{1}{6}$ bis $\frac{2}{6}$ Ku-

bikzoll Schwefel-Wasserstoffgas; bedient man sich aber der Vorsicht, zuvor von der Verbindung den überflüssigen Schwefel überzutreiben, so erhält man eine Gasmenge, die nur äußerst wenig geringer, als die im vorigen Falle ist. — Nach allen Erscheinungen, die ich bei meinen zahlreichen Versuchen wahrgenommen habe, muß ich schließen, daß Schwefel und Kalium, wenn sie unter den gewöhnlichen Umständen mit einander erhitzt werden, sich nur nach einem einzigen Verhältnisse mit einander verbinden, und zwar nach dem Gewichts-Verhältnisse von 3 Theilen Metall auf 1 Theil Schwefel. In ihr sind die Verhältnisse so, daß beim Verbrennen der Verbindung neutrales schwefelsaures Kali entsteht.

Durch Einwirken von 1 Grain Kalium auf ungefähr 1,1 Kubikzoll *Schwefel-Wasserstoffgas* wird aller Wasserstoff in Freiheit gesetzt, und es bildet sich Schwefel-Kalium, welches $\frac{1}{4}$ Schwefel enthält, und genau dasselbe ist, das durch unmittelbares Verbinden des Schwefels mit dem Metall entsteht. — Nimmt man mehr Schwefel-Wasserstoffgas, so findet eine Absorption dieses Gas Statt; es wird davon ein dem sich entbindenden Wasserstoffgas ungefähr gleiches Volumen verschluckt, und es entsteht eine Zusammensetzung aus Schwefel-Wasserstoff und Schwefel-Kalium, die beim Einwirken einer Säure ungefähr die doppelte Menge von Gas, als das reine Schwefel-Kalium hergibt.

Auch der *Phosphor* und das *Kalium* verbinden sich nur nach einem einzigen Verhältnisse, in, so verschiedenen Mengen man sie auch mit einander erhitzt; durch eine große Menge von Versuchen, glaube ich, mich davon überzeugt zu haben. Und zwar verbindet sich 1 Grain *Kalium* mit $\frac{3}{8}$ Grain *Phosphor*, und *Salzläure* entbindet beim Einwirken auf das so gebildete *Phosphor-Kalium* $\frac{8}{10}$ bis 1 Kubik Zoll *Phosphor-Wasserstoffgas*.

Es werden von $\frac{1}{2}$ Grain *Kalium* ungefähr 3 K. Z. *Phosphor-Wasserstoffgas* zerlegt, und dabei über 4 K. Z. *Wasserstoffgas* entbunden; und das so entstehende *Phosphor-Kalium* scheint von gleicher Natur mit dem zu seyn, das durch directe Verbindung des Metalls mit *Phosphor* entsteht.

Wenn man, nach den Ideen des Hrn. Dalton über die Proportionen in den Verbindungen, die Menge, in welche der *Schwefel* in seine Verbindungen eingeht, nach seiner Vereinigung mit dem *Kalium* bestimmt, worin er $\frac{1}{4}$ des Gewichts auszumachen scheint, so würde er, durch die Zahl 13,5 dargestellt werden. — Ich habe neuerlich das *Schwefel-Wasserstoffgas* und das *schwefligsaure Gas* mit großer Sorgfalt gewogen; bei mittlerem Luftdruck und mittlerer Temperatur finde ich das specifische Gewicht des *Schwefel-Wasserstoffgas* 1,0645, welches nur sehr wenig von Kirwan's Schätzung abweicht; und das specif. Gewicht des *schwefligsauren Gas* 2,0967. — Das *Schwefel-Wasserstoffgas* enthält, wie ich gezeigt habe, ein

dem feinnigen gleiches Volumen Wasserstoffgas in sich, und nach diesen Datis, muß die Zahl, welche den Schwefel darstellt, 13,4 seyn. — Ich habe nie dahin gelangen können, Schwefel in Sauerstoffgas zu verbrennen, ohne daß etwas Schwefelsäure entstand; aber in vielen Versuchen habe ich auf 100 Maals Sauerstoffgas 92 bis 98 Maals schwefligsaures Gas erhalten; ich glaube daher, daß schwefligsaures Gas aus Schwefel, in ein dem feinnigen gleiches Volumen Sauerstoffgas aufgelöst, besteht, und daß es ungefähr die Zahl 13,7 geben würde. *) Betrachtet man das schwefligsaure Gas als 1 Proportion Schwefel und 2 Sauerstoff enthaltend; so findet keine wesentliche Abweichung zwischen diesen Schätzungen Statt.

Ich habe mehrere Versuche über das Verbrennen von *Phosphor* in Sauerstoffgas angestellt. Aus den mit der mehrsten Sorgfalt angestellten muß ich schließen, daß 25 Theile Phosphor beim Ver-

*) Die Schätzung nach der Zusammensetzung des Schwefel-Wasserstoffgas ist für die genaueste zu nehmen, und die nach der Bildung des Schwefel-Kalium für die am wenigsten genäue; denn die Zusammensetzung des Schwefel-Kaliums beruht nur auf Versuchen mit kleinen Mengen Schwefel und Kalium und darauf, daß ich das Verhältniß aufsuchte, bei welchem sich kein nicht-gebundner Schwefel abdestilliren ließe. — In meiner letztern *Baker'schen* Vorlesung habe ich das Gewicht von 100 Kubikall Schwefel-Wasserstoffgas auf 35 Grains geschätzt, welches nicht weit von dem Mittel zwischen den Wägungen *Kirwan's* und *Thénard's* abwich. Nach diesem letztern Versuche besteht der Schwefel-Wasserstoff aus 1 Proportion Wasserstoff, die durch 1, und aus 1 Schwefel, die durch 13,4 dargestellt wird.

Davy.

brennen ungefähr 34 Theile Sauerstoff, dem Gewichte nach gerechnet, verschlucken; und betrachten wir die Phosphorsäure als zusammengesetzt aus 8 Proportionen Sauerstoff und 1 Proportion Phosphor, so wird der Phosphor ungefähr durch die Zahl 16,5 dargestellt, welches nicht weit von der Zahl abweicht, die sich aus der Zusammenetzung des Phosphor-Kaliums herleiten läßt.

Die Zahlen, welche die Proportionen darstellen, nach denen Schwefel und Phosphor sich mit andern Körpern verbinden, sind von der Art, daß sie nicht das Vorhandenseyn von Antheilen gebundenen Sauerstoffs und Wasserstoffs in diesen Körpern ausschließen; aber es ist die Frage, ob nicht die Meinung irrig ist, die ich hatte, daß das brennbare Gas, welches durch Electricität aus diesen Körpern abgeschieden wird, wesentlich nöthig zu der eigenthümlichen Form ist, unter der diese Körper existiren. Der *Phosphor* kann eine feste Hydrure bilden, wie ich in der letzten Baker'schen Vorlesung gezeigt habe. Ein Theil des aus Schwefelkiesen überdestillirten *Schwefels* pflegt von einer weichen Consistenz zu seyn, und nach Schwefel-Wasserstoff zu riechen, und enthält wahrscheinlich diesen Körper. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Phosphor und der Schwefel immer kleine Antheile Phosphor-Hydrure und Schwefel-Hydrure enthalten, und das Entstehn einer kleinen Menge Schwefelsäure bei langsamem Verbrennen des Schwefels, steht wahrscheinlich mit der Erzeugung von Wasser im Zusammenhange. Obgleich man

noch nie *Schwefel - Oxyd* und *Phosphor - Oxyd* rein dargestellt hat, so müssen sich doch diese Körper unter gewissen Umständen bilden können; der Lehre von den bestimmten Proportionen zu Folge, und ich bin nicht abgeneigt zu glauben, daß sie manchmal in kleinen Mengen in dem gewöhnlichen Phosphor und dem gewöhnlichen Schwefel zugleich mit Wasserstoff vorhanden sind; und daß die variablen Eigenschaften dieser Körper daher rühren.

Der Phosphor ist an Farbe ziemlich verschieden; und so auch der Schwefel. Die rothe Farbe, welche der gewöhnlich präparirte Phosphor zu haben pflegt, rührt wahrscheinlich von ein wenig beigemengtem Oxyde her. Der Stangenschwefel ist mehrentheils sehr blasgelb, der Schwefel aus Sicilien orange gelb, und der beim Ueberdestilliren aus Schwefelkiesen im luftleeren Raume zuletzt übergehende bloß grünlich - gelb. Nach meinen letzten Arbeiten, so wie nach meinen frühern Untersuchungen muß ich vermuthen, daß der Schwefel aus Sicilien eine merkbare Menge Sauerstoff enthält, welche wahrscheinlich auf Gegenwart von Schwefel - Oxyd beruht, womit sich beim Destilliren schweflige Säure, oder selbst Schwefelsäure erzeugen kann.

Wenn Schwefel und Phosphor Sauerstoff und Wasserstoff in bestimmten Verhältnissen enthalten, so müßte sich, vermuthete ich, ihre Gegenwart während des Einwirkens von *oxygenirt-salzsaurem Gas* auf sie offenbaren. Dieses veranlaßte mich zu einigen Versuchen. Bei dem ersten Versuche hatte

ich 5 Grain Stangenschwefel genommen, und das oxygenirt-salzsaure Gas in dem Recipienten, aus welchem ich es in die luftleere Retorte steigen ließ, mit lauem Wasser gesperrt; es entstanden in diesem Fall über $\frac{1}{2}$ Kub. Zoll Sauerstoffgas und ungefähr 2 K. Z. salzsaures Gas. Da es mir schien, es sey in diesem Versuche Wasserdampf zersetzt worden, sperrte ich das Gas in dem folgenden Versuche mit kaltem Wasser und trocknete es mit salzsaurem Kalke, und nun erschien, obgleich ich 5 Grain Schwefel aus Sicilien genommen hatte, gar kein Sauerstoffgas und kaum $\frac{1}{2}$ K. Z. salzsaures Gas; 16 bis 17 Kub. Zoll oxygenirt-salzsaures Gas waren verschwunden; aller Schwefel hatte sich in dem Gas sublimirt, und die tropfbare Flüssigkeit, die sich durch diese Sublimation bildet, war von Farbe orangengelb wie Leder. Sie scheint, nach diesen Umständen zu urtheilen, zu bestehen aus 1 Proportion Schwefel, der durch 13,5, und 1 Proportion oxygenirt-salzsaurem Gas, das durch 32,9 dargestellt wird. — Während des Verbrennens von Phosphor in oxygenirt-salzsaurem Gas entband sich kein Sauerstoffgas; auch kann ich nicht behaupten, daß sich Salzsäure gebildet habe; durch Verschluckung von ungefähr 23½ Kub. Zoll oxygenirt-salzsaurem Gas, verwandelten sich die 3 Grain Phosphor ganz in ein Sublimat, welches hiernach bestehen muß aus 3 Proportionen oxygenirt-salzsaures Gas, dargestellt durch 98,1, und 1 Proportion Phosphor, dargestellt durch 16,5.

II.

Ueber einige der Verbindungen des oxygenirt-salzsauren Gas und des Sauerstoffs mit andern Körpern,

und

über die chemischen Beziehungen, worin diese Principe zu den verbrennlichen Körpern stehen,

von

HUMPHRY DAVY, Esq.

(Vorgelesen in der königl. Societät zu London am
15. Nov. 1810.)*)

In meiner letzten Vorlesung habe ich die Ehre gehabt, der königl. Societät eine Reihe von That-
sachen mitzutheilen, welche mich geneigt machten zu glauben, der Körper, den wir in der neuern Chemie uneigentlich *oxygenirt-salzsaures Gas* nennen, sey bis jetzt noch nicht zerlegt worden, sey vielmehr für einen chemisch-einfachen, in mehreren seiner Eigenschaften dem Sauerstoffgas ähnlichen Körper zu halten. Bei meiner heutigen Vorlesung habe ich zur Absicht, der königl. Societät im Detail die Versuche mitzutheilen, welche ich ange-

*) Frei übersetzt aus dem Originale, nach einem einzelnen Abdrucke aus den *Philosophical Transactions of the Roy. Soc. of London*. London 1811. 35 S. 8., welchen ich Herrn Davy selbst verdanke. *Göttingen 1811*

steht habe. um die Natur, die Eigenschaften und die Verbindungen dieses merkwürdigen Körpers, und die Verwandtschaften desselben zu den verbrennlichen Körpern, Vergleichungsweise mit denen des Sauerstoffs noch mehr aufzuklären; und auf ihnen mögen einige allgemeine Ansichten und Schlüsse folgen, welche die chemischen Kräfte verschiedener Arten von Materie, und die Verhältnisse betreffen, in denen sich diese Materien mit einander verbinden. Ich habe mich, seit der letzten Sitzung der Societät, fast anhaltend mit diesen Untersuchungen beschäftigt; doch reichte diese Zeit nicht hin, irgend eine derselben ganz zu vollenden. Ich schmeichle mir indess, daß bei Gegenständen, die nicht nur für die höhern Regionen der chemischen Physik, sondern auch für die ökonomischen Anwendungen der Chemie, von so großer Wichtigkeit sind, auch diese noch unvollkommenen Arbeiten nicht unwillkommen seyn werden.

1) Ueber die Verbindungen des oxygenirt-salzsäuren Gas und des Sauerstoffes mit den Metallen aus den feuerbeständigen Alkalien.

Wie groß die Intensität der Verwandtschaft des *Kaliums* zu dem *oxygenirt-salzsäuren Gas* ist, läßt sich daraus abnehmen, daß das Kalium sich in diesem Gas von selbst entzündet, und dann mit vieler Lebhaftigkeit *verbrennt*. Ich habe mich durch mehrere mühsame Versuche überzeugt, daß während dieses Verbrennens kein Wasser abgechieden

wird; daß 1 Grain Kalium dabei ungefähr 1, 2 Kub. Zoll oxygenirt-salzsaures Gas von mittlerem Druck und mittlerer Temperatur verschluckt; und daß beide Körper mit einander in eine neutrale Verbindung treten, welche sich nicht verändert, wenn man sie schmelzt.

Bei den Versuchen, aus denen ich diese Schlüsse ziehe, lag das Kalium in einem Schälchen (*traye*) von Platin; es wurde in einem luftleeren Gefäße erhitzt, damit es zuvor alles Wasser zersetzen sollte, welches die Kali-Rinde einschluckt, die sich auf dem Kalium, während es mit der Luft in Berührung ist, bildet, und das oxygenirt-salzsaure Gas wurde zuvor durch salzsauren Kalk von allem Wasserdampfe befreit. Bedeutende Massen von Kalium entzündeten sich im oxygenirt-salzsauren Gas nicht, ohne darin erhitzt zu werden; und so oft ich das Kalium auf dem Glase der Retorte selbst schmolz, zersprang die Retorte; ja dieses geschah selbst zweimal, als ich das Platinschälchen brauchte; mit solcher Heftigkeit geht das Verbrennen vor sich. Hat man das oxygenirt-salzsaure Gas nicht zuvor von Wasserdampf befreit, oder ist das Kalium unmittelbar zuvor mit der Luft in Berührung gewesen, so setzt sich in beiden Fällen während des Verbrennens ein wenig Feuchtigkeit ab. Sind aber das Kalium und das oxygenirt-salzsaure Gas beide rein, so entsteht, (wie ich angegeben hatte,) bloß eine Verbindung aus beiden, und zwar dieselbe, welche man durch Glühen von salzsaurem Kali erhält.

In Sauerstoffgas: ~~verbrennen~~ Kalium und Natrium, mit weit geringerer Lebhaftigkeit, als im oxygenirt - salzsauren Gas. Diese und einige andre Erscheinungen, ließen mich vermuthen, daß beide Metalle eine geringere Verwandtschaft zum Sauerstoff als zu dem oxygenirt - salzsauren Gas haben; und einige Versuche, die ich angestellt habe, bewiesen, daß dieses in der That der Fall ist. Doch ehe ich in das Detail derselben eingehe, muß ich die Natur der Verbindungen des Kalium und des Natrium mit dem Sauerstoffe, und des Kali und Natron mit dem Wasser, vollständiger untersuchen, als es bis hierher geschehen ist.

Ich habe in meiner letzten Baker'schen Vorlesung angeführt, daß *Kalium* und *Natrium* beim Verbrennen in Sauerstoffgas Kali und Natron, in einem Zustande äußerster Trockenheit, in welchem sie sehr schwer zu schmelzen sind, hervorbringen *). Ich bediente mich, wie ich angegeben habe, bei den Versuchen, aus denen ich diesen Schluß zog, der Schälchen aus Platin, und da ich fand, daß dieses Metall dabei oxydirt wurde, erhitze ich die Retorte stark, um allen Sauerstoff, den das Platin verschluckt hatte, wieder auszutreiben; wenn ich diese Vorsicht nicht brauchte, fand ich immer viel mehr Sauerstoffgas verschluckt, als sich durch Erzeugung der beiden Alkalien erklären

*) Der Leser findet diese Baker'sche Vorlesung Davy's in Band 7. der N. F. dieser *Annalen*, und die Stelle, welche Hr. Davy hier weicht, N. F. B. 7: S. 58 f. *Gilbert*.

Beis. Jedemahl, wenn ich Kalium oder Natronium in atmosphärischer Luft bei mäßigem Erwärmen verbrannt habe, fand ich, daß die ersten Producte äußerst schmelzbare, röthlich braune Körper waren, welche im Wasser ein lebhaftes Aufbrausen bewirkten, und bei starkem Erhitzen an der Luft, auf Platin, zu trocknen Alkalien wurden; Erscheinungen, welche mich verleiteten, sie in den frühern Zeiten dieser Untersuchungen für erste Oxyde (*prot-oxydes* *) von Kalium und Natronium zu halten. Da ich aber in der Folge fand, daß sie mit Eisenfeilen verbrennen, und daß sie Platin und Silber schnell oxydiren, so ließ ich meine Meinung über sie unbestimmt, bis ich ihre Natur genauer würde untersucht haben.

Diese Oxyde haben seitdem die Aufmerksamkeit der Herren Gay-Lussac und Thénard auf sich gezogen, wie ich aus dem Moniteur 5. Juli 1810 **) ersehe, und diese geschickten Chemiker haben entdeckt, daß es *Oxyde im Maximo (peroxydes)* des Kaliums und des Natroniums sind, von denen das erste, nach ihnen, 3 mahl so viel Sauerstoff als das Kali, und das zweite $1\frac{1}{2}$ mahl so viel Sauerstoff als das Natron enthalten.

*) Ich übersetze diesen Ausdruck hier nicht durch *Oxydül*, weil bei Körpern, die mehr als zwei Oxyde haben, dadurch Zweideutigkeit entstehen würde. Das nach dem Oxydül folgende Oxyd müßte dann das erste Oxyd u. s. f. genannt werden, wodurch man mit der Thompson'schen von Davy angenommenen Bezeichnungsart der Oxyde in Widerspruch kommen würde. *Gilbert.*

**) Uebersetzt in Band 6. dieser *Annalen* S. 285, *Gilbert.*

Diese interessanten Resultate haben sich mir im Allgemeinen bestätigt, obgleich ich kein Mittel habe auffinden können, den Sauerstoffgehalt dieser neuen Oxyde genau zu bestimmen. Werden sie auf einem Metall gebildet, so geht stets eine starke Oxydation dieses Metalls vor sich, selbst des Platins. Als ich das Platinschälchen mit geschmolzenem salzsaurem Kali überzogen hatte, verschluckten in einem Versuche 2 Grains *Kalium* 2,6 Kubikzoll Sauerstoffgas, dagegen in einem andern Versuche 1 Grain *Natronium* 1,63 Kubikzoll Sauerstoffgas; und doch bin ich geneigt zu glauben, daß zugleich mit den Oxyden im Maximo auch etwas Alkali*) entstanden sey. Das Barometer stand während dieser Versuche auf 30,12 Zoll, das Thermometer auf 62° F. In dem zweiten Versuche hatte die Schneide des Platinschälchens auf das Natronium eingewirkt und war oxydirt**). Die Farbe dieser auf salzsaurem Kali gebildeten Oxyde im Maximo war bei dem aus dem Kalium glänzend Orange, und bei dem aus dem Natronium dunkles Orange. Mit Wasser oder mit Säuren gaben sie Sauerstoff her, und beim Erhitzen

*) Das heist, Kali- und Natron-Hydrat, welche die Oxyde im Minimo enthalten. Gilbert.

**) Nach den Herren Gay-Lussac und Thénard verschlucken Kali und Baryt Sauerstoff beim Erhitzen. Die Einwirkung der feuerbeständigen Alkalien und des Baryts auf Platin scheint mir daher auf der Bildung dieser ihrer Oxyde im Maximo zu beruhen; eine Bemerkung, die ohne Zweifel diese geschickten Chemiker in der umständlicheren Erzählung ihrer Versuche schon werden gemacht haben.

mit einem metallischen oder brennbaren Körper verwandelten sie sich in Alkali, wie die Herren Gay-Lussac und Thenard beides angeben. Sie verdicken die fixen Oehle, und bilden eine Verbindung mit ihnen, welche Curcume-Papier ohne Hinzufügen von Wasser nicht röthet.

Bringt man in Röhren aus reinem Glase *Kalium* mit geschmolzenem Salpeter in Berührung, so entsteht bloß ein leichtes Funkenwerfen (*scintillation*), und der Salpeter wird rothbraun. Es entsteht dabei Stickgas, und es bildet sich das Kalium-Oxyd im Maximo. Ich hoffte, wenn ich das sich entbindende Stickgas und das Sauerstoffgas, welches aus dem entstandenen Kalium-Oxyd durch Wasser entwickelt wird, mälse, würde ich das Mischungs-Verhältniß dieses Oxyds im Maximo genau auffinden können. Aber 1 Grain Kalium entbindet hierbei nur $\frac{16}{100}$ Kubikzoll Stickgas, und das rothe Oxyd [das Kalium-Oxyd im Maximo] beim Einwirken auf Wasser weniger als $\frac{1}{2}$ Kubikzoll Sauerstoffgas, daher wahrscheinlich in dieser Operation Kali zugleich mit dem Oxyd im Maximo gebildet wird. — Bringt man mit geschmolzenem Salpeter *Natronium* in Berührung, so entsteht ein heftiges Verbrennen. In zwei Versuchen mit 1 Grain Metall zersprangen die Glasröhren mit der Heftigkeit einer Explosion. Mit $\frac{1}{2}$ Grain Natronium glückte es mir, die festen Producte des Verbrennens zu erhalten; aber es hatte sich kein Peroxyd gebildet, denn aus der Masse entwickelte sich im Wasser kein Sauerstoffgas.

Wird *Kalium* in einer Retorte aus reinem Glase *verbrennt*, so ist das Product zum Theil Kali, zum Theil Peroxyd, und bei langem Rothglühen wird das Peroxyd ganz zersetzt. — Als ich 1 Grain Kalium allmählig in *Sauerstoffgas* in einer kleinen grünen Glasretorte erhitzte, verbrannte es langsam und mit einer schwachen Flamme, und es wurden $\frac{2}{15}$ Kubikzoll Sauerstoffgas verschluckt; ich brachte darauf die Retorte zum heftigen Glühen, und es wurden $\frac{11}{15}$ Kubikzoll Sauerstoffgas wieder ausgetrieben; Barometerstand 30,1 Zoll; Thermometerstand 63° F.

Nimmt man die *electriche Zersetzung* des *Kali* und des *Natron* mit einer Volta'schen Batterie von 500 bis 1000 Plattenpaaren in voller Wirksamkeit vor, so verbrennen die Metalle in dem Augenblicke, wenn sie entstehen, und bilden die Peroxyde; und aus Ritter's Versuchen wird es wahrscheinlich, daß diese Körper *) gleichfalls im Kali in der Kette des Volta'schen Apparats an der positiven Oberfläche entstehen können. — In meinen frühern Versuchen über das Kalium und Natronium hielt ich die schmelzbaren Substanzen, welche in dem Volta'schen Kreise in den beiden Alkalien an der negativen Oberfläche entstehen, so gut wie die, welche sich bilden, wenn die Metalle der Alkalien der Wärme und der Luft ausgesetzt werden, für Oxydüle (prot-oxydes), und für ähnlich den Pro-

*) d. h. die Peroxyde oder Oxyde im Maximo. *Gilbert.*

ducten, die beim Erhitzen der Alkali-Metalle mit geringen Mengen Alkalien entstehen. Diese letzten Operationen, in denen, wie ich glaubte, Oxydüle entständen, habe ich wiederholt. Werden *Kalium* oder *Natronium* mit der Hälfte ihres Gewichts an glühend geschmolznem Kali oder Natron in Glasröhren erhitzt, so verwandelt sich zuerst ihre Farbe in glänzend Laſurblau, dann entwickelt sich eine Menge Waſſerſtoffgas, und zuletzt bildet ſich eine graue, cohärente, in ſtarker Rothglühhitze nicht ſchmelzbare Maſſe, welche beim Einwirken von Waſſer Waſſerſtoffgas entbindet. Ob dieſe Maſſen wahre Oxydüle (erſte Oxyde) ſind, oder bloſſe Mengungen der Alkali-Metalle mit den Alkalien, (vielleicht mit Silicum aus dem Glaſe vermiſcht,) unternehme ich jetzt nicht zu entſcheiden. — Kalium, das auf dieſelbe Art mit geſchmolznem Kali in einer Platinröhre erhitzt wurde, gab, nachdem es ſich entzündet hatte, eine dunkle Maſſe, die mit Waſſer aufbrauſte; aber ſelbſt in dieſem Fall ſcheint eine Legirung aus Kalium und Platin mit in das Spiel zu kommen, und die Maſſe kein Oxydül, ſondern bloß trocknes Alkali, mit dieſer Legirung vermengt, zu ſeyn.

Da wir die *reinen Alkalien* erſt ſeit der Entdeckung des Kalium und des Natronium kennen gelernt haben *), und ihre *Eigenſchaften* noch nir-

D 2

*) Stahl kam der Entdeckung der reinen Alkalien ſehr nahe. Er cementirte feſtes kauſtiſches Kali mit Eiſen-

gends beschrieben sind, so will ich sie hier in der Kürze angeben: Verbrennt man Kalium oder Natronium auf Platin in Sauerstoffgas, und erhitzt sie bis zum Rothglühen, um die Peroxyde zu zersetzen, so erhält man Alkalien von gräulich grüner Farbe. Sie sind härter als gewöhnliches Kali oder Natron, auch specifisch schwerer, so weit sich darüber nach einem unvollkommenen Versuche urtheilen läßt. Sie werden erst in starker Rothglühehitze vollkommen flüßig, und verdampfen langsam, wenn die Hitze noch höher getrieben wird. Werden kleine Mengen Wasser mit ihnen in Berührung gebracht, so erhitzen sie sich heftig, werden weiß, und verwandeln sich in *Hydrate*, und dann sind sie leicht schmelzbar und flüchtig. — Werden Kalium oder Natronium auf Metallfreies Glas verbrannt und dann stark erhitzt, oder wenn man durch Einwirkung von ein wenig Wasser aus diesen Metallen Kali oder Natron bildet, so nähert sich ihre Farbe

feile in lang fortgesetzter Hitze, und sagte, daß man auf diese Art ein Kali erhalte, welches „gar sehr (*valde*) kaustisch“ sey (*Specim. Bech. P. 1. p. 255.*). Auch bildete er kaustisches Alkali durch Zersetzung von Salpeter durch Metalle (daf. p. 253.). Ich finde, daß, wenn man Salpeter in einem Platintiegel durch heftiges Rothglühn zersetzt, eine gelbe Substanz zurückbleibt, die aus Kali und gelbem Platinoxide, dem Anscheine nach miteinander chemisch verbunden, besteht. Das Kali, welches in dem Flinrenlaufe, worin man Kalium auf die bekannte Art bildet, zugleich mit diesem Metalle übergeht, hat eine Orangefarbe, und setzt, wenn man es in Wasser auflöst, Eisenoxyd ab. Wahrscheinlich hat *reines* Kali Verwandtschaft zu mehreren Metalloxyden. *Davy.*

dem Weiß; in andern wahrnehmbaren Eigenschaften gleichen sie aber denen durch Verbrennen auf Metalle erhaltenen Alkalien; und unterscheiden sich durch ihre schwere Schmelzbarkeit auf eine ausgezeichnete Art von dem durch Alkohol bereiteten Kali und Natron.

Hr. d'Arcet, und noch bestimmter Hr. Berthollet, haben geschlossen, daß der Gewichtsverlust, der sich ergiebt, wenn gewöhnliches; geschmolznes Kali oder Natron mit Säuren verbunden werden, von dem Wasser dieser Alkalien herrührt, welches nicht in diese Verbindung mit eingeht; und Hr. Berthollet hat das Wasser im Kali auf 13,9; Hr. d'Arcet auf 27 bis 28 Procent, und letzterer das Wasser im Natron auf 28 bis 29 Procent bestimmt *). Ich habe in meiner letztern Baker'schen Vorlesung angeführt, daß meine Versuche mich auf das Resultat geführt haben, daß geschmolzenes Kali in 100 Theilen ungefähr 16 bis 17 Theile Wasser enthalte, verglichen mit dem durch Verbrennen von Kalium in Sauerstoffgas gebildeten Kali **). Ich zog diesen Schluss aus Versuchen mit Kieselerde und Kali, die ich miteinander schmolz, wobei ich annahm, daß der Gewichtsverlust der Menge Wasser in dem Kali gleich sey. Daß je Wasser wirklich aus dem geschmolznen Kali oder Natron wäre aufgefangen worden, ist mir nicht bekannt, und doch schien mir diese Darstellung des

*) Diese *Annalen, Neue Folge*, B. 2. S. 40. Gilbert.

**) Diese *Annalen, Neue Folge*, B. 7. S. 62. Anm. Gilbert.

Wassers zur völligen Aufklärung des Gegenstandes nöthig zu seyn.

Ich erhitzte daher in einer Retorte aus grünem Glase 40 Grain *Kali*, das einige Minuten lang im Glühen gewesen war, mit 100 Grain Boraxsäure, welche ich fast eine Stunde lang im Weisglühn erhalten hatte. Die Retorte war sorgfältig gewogen worden, und wurde mit einem kleinen, gleichfalls gewogenen Recipienten verbunden. Darauf wurde die Kugel der Retorte allmählig erhitzt, bis sie kirschroth glühte. In der Retorte zeigte sich ein heftiges Aufbrausen, und im Halse derselben condensirte sich eine Flüssigkeit, welche in die Vorlage überging. Als der Proceß vollendet war, wurde die ganze Retorte stark erhitzt. Es fand sich, daß sie 6½ Grain an Gewicht verloren, und daß der Recipient 5,8 Grain an Gewicht zugenommen hatte. Die Flüssigkeit, welche er enthielt, war Wasser, worin sich eine geringe Menge Boraxsäure aufgelöst hatte, und welches nach dem Abdampfen keinen wahrnehmbaren Rückstand ließ.

Ein ähnlichen Versuch, den ich mit *Natron*, das bis zum Rothglühen erhitzt worden war, anstellte, in welchem aber das übergegangene Wasser nicht gewogen wurde, zeigte in 100 Theilen *Natron* 22,9 Theile Wasser.

Man könnte hier das Bedenken haben, ob nicht ein Theil des Wassers, das in diesem Proceß entbunden wurde, aus der Boraxsäure herrühre, oder durch Einwirkung derselben auf die Alkalien

gebildet worden sey? Der folgende Versuch beweist aber, daß dieses in keiner wahrzunehmenden Menge geschehn seyn konnte. Ich erhitze bis zum Rothglühen 6 Grain Kalium mit 50 Grain Boraxsäure in einem Platinrohre, das mit einer Glasröhre, die sehr kalt erhalten wurde, verbunden war; in diesem Processe entband sich aber gar keine Feuchtigkeit. Ich vermischte wenige Grain Kalium mit rothem Quecksilber - Oxyd, und entzündete die Mengung in Berührung mit Boraxsäure; es erschien aber kein andres elastisch-flüßiges Product als Quecksilberdampf. Darauf vermischte ich reines, aus Kalium gebildetes Kali mit trockner Boraxsäure und erhitze sie bis zum Rothglühen; es entstand basisches boraxsaures Kali, zeigte sich aber keine Spur von Feuchtigkeit *).

*) Man darf indess aus diesen Versuchen nicht schließen, daß Boraxsäure, die bis zum Weissglühen erhitzt worden, ganz Wasserfrey sey; sie beweisen bloß, daß eine solche Säure beim Verbinden mit reinem Kali kein Wasser in der Rothglühhitze hergiebt. Ich habe gefunden, daß Boraxsäure, die vollkommen im Flusse, und lange vor dem Gebläse einer Esse gewesen ist, und die längst aufzubrausen aufgehört hat, Bläschen Wasserstoffgas hergiebt, wenn man trockne Eisenseile auf sie einwirken läßt. Ich that in einen Platintiegel zu 54 Grains Boraxsäure, welche in vollkommenem Flusse waren, 75 Grains Flintglas, das zuvor bis zum Weissglühn erhitzt und dann unmittelbar in einem heißen eisernen Mörser zu einem Pulver zerstoßen worden war; als die Hitze so erhöht wurde, daß beide in Verbindung traten, entstand viel Aufbrausen, und nach heftigem Glühen während einer halben Stunde fand sich ein Gewichtsverlust von $5\frac{1}{2}$ Grain. — Ich finde, daß die bis zum Rothglühn erhitzten Verbindungen von Boraxsäure mit Kali

Es erhellt aus dieser Reihe von Thatfachen, daß das gewöhnliche Kali und das gewöhnliche Natron *Hydrate* sind; die durch Verbrennen der Alkali-Metalle dargestellten Körper dagegen sind die *reinen Metall-Oxyde*, frey von Wasser, (so weit wenigstens unsre Kenntniß reicht.) Nach dem Gewichtsverlust zu urtheilen, den das gewöhnliche Kali und Natron leiden, wenn sie mit Boraxsäure verbunden werden, scheint der Wassergehalt des er-

oder mit Natron an Gewicht verlieren, wenn sie zu einer viel höheren Temperatur gebracht werden. In dem Laboratorio meines Freundes, John George Children Esq., vermischten wir, z. B. 71 Grain Kali-Hydrat mit 96 Grain in einem Gebläsofen möglichst stark erhitzter Boraxsäure; während sie mit einander in Rothglühhitze geschmolzen wurden, verloren sie 11 Grain, als aber die Hitze bis zum Weißglühn erhöht wurde, stieg der Gewichtsverlust auf 13 Grain. In einem ähnlichen Versuche verloren 55,5 Grain Natron-Hydrat und 80 Grain Boraxsäure, während einer halben Stunde, wo sie von Zeit zu Zeit gewogen wurden, immerfort an Gewicht, obgleich die Hitze häufig bis zum Weißglühn stieg, und ihr ganzer Gewichtsverlust betrug 14 Grains, wovon wenigstens $1\frac{1}{2}$ Grain auf die Säure zu kommen scheinen. Es verloren 95 Grain Natron und 140 Grain trocknes Flintglas, die mit einander in einem Platintiegel weiß geglüht wurden, 22,2 Grain an Gewicht; ich that aufs neue 80 Grain Boraxglas hinzu, und es erfolgte aufs neue Aufbrausen, und nach wenig Minuten heftigem Glühen hatte der Gewichtsverlust um $4\frac{1}{2}$ Grain zugenommen. Mit welcher Kraft das Wasser in andern Fällen an gewissen Körpern adhärirt, zeigt der Versuch, den Hr. Berthollet im 2ten Bande der *Mém. d'Arcuett* p. 47. [er betrifft den Baryt] erzählt. Es läßt sich in der That nicht behaupten, daß irgend eine neutrale Verbindung oder eine feste Säure je ganz wasserfrey sey; nur die ersten Antheile Wasser lassen sich leicht ab-scheiden.

Davy.

stern 19 bis 20, und der des letztern 23 bis 25 Procent zu betragen.

Dafs aber Kalium und Natronium nicht etwa *Hydrure* von Kali und Natron sind, das scheint für die hellsehenden chemischen Naturforscher in Britannien, die mit den Fortschritten der Wissenschaft Schritt gehalten haben, keines weitem Beweises zu bedürfen, besonders da die sinnreichen Vertheidiger der eben erwähnten Meinung, die Herren Gay-Lussac und Thenard, in der angeführten Notiz im *Moniteur*, bekannt haben, dafs diese Meinung unhaltbar sey *).

*) Bei einem Gegenstande, der in so genauer Verbindung mit der ganzen Ansicht der Chemie, und mit so viel neuen Untersuchungen steht, kann es jedoch nicht schaden, der Beweise durch Thatfachen noch mehrere zu führen: Herr Dalton im 2. Bande seines *New System of Chemical Philosophy*, welchen er mit zuzuschicken die Güte gehabt hat, spricht auf den ersten Seiten von Kali und Natron als von Oxyden, auf den letzten Seiten aber sind sie ihm chemisch einfache Körper, und die aus ihnen gebildeten Metallverbindungen von Kali oder Natron mit Wasserstoff. Er giebt keine einzige Thatfache für diese Veränderung seiner Meinung an; seinen Hauptgrund nimmt er von dem Prozesse her, durch den ich das Kalium zuerst erhalten habe. Gewöhnliches Kali ist ein *Hydrat*; mittelst der Volta'schen Electricität erhält man daraus an der positiven Oberfläche Sauerstoff, und an der negativen Kalium; der Sauerstoff kommt aus dem Wasser, und der Wasserstoff des Wassers, meint Hr. Dalton, verbindet sich mit dem Kali zu Kalium. Durch eine solche Schlussfolge liesse sich indess ebenfalls beweisen, dafs Bley oder Kupfer Hydrure ihrer Oxyde sind; denn wenn diese Metalle in dem Volta'schen Kreise aus ihren wässrigen Auflösungen regulinisch abgeschieden werden, entsteht

Ich komme nun zu den *Verfuchen*, welche ich über die Grösse der *Verwandtschaft* des *oxygenirt-salzsauren Gas* und des *Sauerstoffs* zu den *Metallen* der *feuerbeständigen Alkalien* angestellt habe.

Ich verbrannte 1 Grän Kalium in einer mit einem Hahne versehenen Retorte aus grünem Glase in

gleichfalls an der positiven Oberfläche Sauerstoff, an der negativen Oberfläche aber kein Wasser. — Bei meinen ersten Verfuchen über das Kalium und Natronium wendete ich nur eine geringe electriche Kraft an, und da in ihnen nur sehr geringe Mengen der Metalle gebildet wurden, nahm ich kein Aufbrausen wahr. Nimmt man aber 500 bis 1000 Plattenpaare zur Kalium-Bildung, so findet während der Bildung der Metalle ein heftiges Aufbrausen Statt, und Erzeugung eines zuweilen mit Kalium verbundenen Wasserstoffgas (*potassuretted hydrogen*). — Bringt man Kalium mit rothglühendem Kali-Hydrat in Berührung, so entbindet sich viel Wasserstoffgas, und das Ganze verwandelt sich in das schwer schmelzbare Kali. — Ich liess in einem Flintenlaufe 327 Grains Kali-Hydrat, die zuvor glühend gemacht waren, auf 745 Grain Eisenfeile einwirken, welche bis zum Weissglühen erhitzt waren; etwas Wasserstoffgas ging verloren, und etwas Kali-Hydrat blieb unzerlegt; dennoch fing ich 225 Kubikz. brennbares Gas auf, und es bildeten sich 50 Grain Kalium und in grosser Menge eine Legierung aus Kalium und Eisen, so dass sich kaum zweifeln lässt, dass aller aus dem zerlegten Kali-Hydrat hervorgebrachte Wasserstoff frei geworden sey.

Herr Dalton glaubt einige Aehnlichkeit zwischen Kalium und Natronium und zwischen den Verbindungen des Wasserstoffs mit Schwefel, Phosphor und Arsenik, zu sehn; ich weis indess nichts Aehnliches zu finden zwischen Schwefel-Wasserstoff, einem Gas, das auflöslich in Wasser ist, und die Eigenschaften einer Säure hat, und einem höchst verbrennlichen festen Metall, das beim Verbrennen Alkali erzeugt. Eben so gut liesse sich Kalium

Sauerstoffgas, und erhitze das entstandne Oxyd bis zum Rothglühen, um es in Kali zu verwandeln; es war $\frac{1}{2}$ Kubikzell Sauerstoffgas verschluckt worden. Darauf wurde die Retorte luftleer gepumpt und sehr reines oxydirtes-salzsaures Gas hineingelassen. Augenblicklich nahm das Kali eine weisse Farbe an, und durch mässiges Erhitzen verwandelte sich das Ganze in salzsaures Kali; dabei wurden

mit Kohlensäure verglichen. H. Dalton sieht die Flüchtigkeit des Kalium und Natronium als etwas an, das die Meinung, dass sie Wasserstoff enthalten, begünstige; aber sie sind minder flüchtig als Spiesglanz, Arsenik und Tellurium, und sehr viel weniger als Quecksilber. Endlich beruft er sich auf ihr geringes specifisches Gewicht. Diesen zuerst von Herrn Ritten angeführten Grund habe ich in meinen vorigen Abhandlungen hinlänglich geprüft; hier führe ich nur noch an, dass, wenn Kalium eine Verbindung von Wasserstoff mit Kali wäre, Kali-Hydrat eben so viel Wasserstoff, dem Gewichte nach, enthalten müsste, und überdies noch ein zweites, leichtes, gasförmiges Element, nemlich Sauerstoff, von dem man eher eine Verminderung als eine Vermehrung des specifischen Gewichts erwarten sollte. — H. Dalton irrt sich, wenn er p. 488. annimmt, dass Kalium trocknes Kali-Hydrat bilde, wenn es Salpetergas oder oxydirtes Stickgas zersetze. Ich finde durch sehr sorgfältige Versuche, dass Kalium diesen Körpern den Sauerstoff und etwas von ihrem Stickstoff entzieht, und eine schmelzbare Verbindung hervorbringt, die sich in der Rothglühhitze, während sich Stickstoff und der überschüssige Sauerstoff aus ihm entbindet, zersetzt, und zu Kali wird, aber nicht zu trockenem Kali-Hydrate. — Die HH. Gay-Lussac und Thenard haben sich davon, dass Kalium und Natronium nicht Hydrate von Kali und Natron sind, durch eine ähnliche Methode mit der, die ich einige Monate zuvor gebraucht und bekannt gemacht habe, überzeugt; nemlich dadurch, dass sie neutrale Salze aus ihnen bildeten.

Davy.

$\frac{1}{2}$ Kubikzoll oxygenirt-salzsaures Gas verschluckt, und genau $\frac{1}{2}$ Kubikzoll Sauerstoffgas erzeugt. Während der ganzen Operation stand das Barometer auf 30,3 Zoll und das Thermometer auf 82° F. — Ich habe mehrere ähnliche Versuche angestellt, aber dieses ist der Einzige völlig zuverlässige. Nahm ich größere Mengen Kalium, so zerbrach die Retorte gewöhnlich während des Erkalts, und brauchte ich metallne Schälchen, so war es nicht möglich, zu einem genauen Resultate zu kommen. Das Kalium war zu einer dünnen Platte ausgedehnt worden, und oxydirte sich daher sehr, bevor es in die Retorte kam, weshalb es etwas weniger Sauerstoffgas verschluckte, als ohnedies der Fall gewesen seyn würde. Um das Wasser in der entstandenen Kali-kruste zu zersetzen, wurde das Kalium vor dem Verbrennen im luftleeren Raume erhitzt; denn wenn ich diese Vorsicht nicht brauchte, sublimirte sich Kali-Hydrat und überzog den obern Theil der Retorte, und daraus schied das oxygenirt-salzsaure Gas sowohl Wasser als Sauerstoffgas ab.

Dals das oxygenirt-salzsaure Gas aus dem Kali-Hydrate Wasser abscheidet, zeigte sich glücklicher Weise in einem dieser Versuche, in welchem ich dieses Gas zu Kalium-Oxyd im Maximum steigen ließ, welches in einer weiten Retorte gebildet war. Das Kalium hatte sich in ihr mit einer ansehnlichen Kruste Kali-Hydrat überzogen, und während des Verbrennens war das Hydrat als ein weißes Sublimat im Sauerstoffgas aufgestiegen; das

sich an dem obern Theile im Halse der Retorte angesetzt hatte und vollkommen undurchsichtig war. Kaum war indess das oxygenirt-salzsaure Gas hineingelassen worden, so wurde dieses Sublimat sogleich durchsichtig durch Entwicklung von Wasser, und als ich das Glas, da wo das Sublimat dasselbe berührte, erhitze, wurde das Sublimat wieder undurchsichtig und Wasser davon getrieben (*and water driven off*).

In mehrern Fällen, in welchen ich reines oder mit Peroxyd vermilchtes trocknes Kali in oxygenirt-salzsaurem Gas erhitze, schied sich keine Feuchtigkeit ab, ausser wenn das Gas Wasserdampf enthielt, und die Menge des Sauerstoffgas, welche in diesem Prozesse bei starker Erhöhung der Hitze entwickelt wurde, stimmte genau mit der überein, die das Kalium verschluckt hatte.

Als ich salzsaures Gas zu Kali, das durch Verbrennen von Kalium gebildet worden war, steigen liess, wurde im Augenblicke Wasser und oxygenirt-salzsaures Kalium (gewöhnlich salzsaures Kali genannt) gebildet. Ueber die Menge des salzsauren Gas, welche das Kali zersetzt, habe ich keinen genauen Versuch gemacht, wohl aber die Zersetzung dieses Gas durch das Kali-Hydrat ein klein wenig untersucht. Ich erhitze in einem sorgfältig gewogenen Platinschälchen 10 Grain Kali-Hydrat zum Rothglühen, brachte dann beide in eine Retorte, welche Luftleer gepumpt und darauf mit salzsaurem Gas gefüllt wurde, und erhitze das Kali-Hydrat

mit einer Weingeist-Lampe; augenblicklich schied sich Wasser in großer Menge ab, und es bildete sich salzsaures Kali. Darauf wurde starke Hitze gegeben, bis der Proceß zu Ende war, und nun das Schälchen heraus genommen und gewogen; es hatte $2\frac{1}{2}$ Grain an Gewicht zugenommen. Ich that ein klein wenig tropfbare Salzsäure hinzu, um das Kali vollkommen zu neutralisiren, und glühte darauf das Schälchen; das Gewicht hatte sich aber nicht verändert.

In den wenigen Versuchen, welche ich über die Einwirkung des *Natronium* und des *Natron* auf oxygenirt-salzsaures Gas gemacht habe, waren die Erscheinungen den hier erzählten völlig analog, nur daß das *Natronium*, wie zu erwarten war, fast die doppelte Menge von oxygenirt-salzsaurem Gas als das Kalium verschluckte.

Wird *geglühtes Kochsalz* mit *Kalium* erhitzt, so zersetzen sie sich sogleich, und bringt man die Mischung zum Rothglühn, so erhält man reines *Natronium*. Ein sehr bequemes Mittel, dieses Metall sich zu verschaffen. Auch habe ich mir in den letztern Zeiten das *Natronium* nur auf diesem Wege bereitet. Bei dieser Operation entbindet sich kein Wasserstoffgas, und ich finde, daß 2 Theile Kalium mehr als 1 Theil *Natronium* hervorbringen.

Es enthellet aus der Reihe von Proportionen, welche ich in meinem letzten Aufsatze *) mitgetheilt

*) Oben S. 22.

habe, daß 1 Grain *Kalium* 1,08 Kubikzoll oxygenirt-salzsaures Gas verschlucken, und daß das aus 1 Grain *Kalium* gebildete Kali ungefähr 2,16 Kubikzoll salzsaures Gas zersetzen muß; und diese Schätzungen stimmen mit den Resultaten der Versuche sehr nahe überein.

Das *Natron* besteht, zu Folge der Schätzung, welche ich aus den Versuchen in meiner letzten Baker'schen Vorlesung *) gefolgert habe, in 100 Theilen aus 25,4 Th. Sauerstoff und 74,6 Th. Metall, und diesem gemäß wird das Verhältniß (*proportion*), worin Natronium sich mit den Körpern verbindet, durch die Zahl 22 dargestellt **). Daraus ergiebt sich, daß 1 Grain Natronium nahe 2 Kubikzoll oxygenirt-salzsaures Gas verschlucken, und in *Natron* verwandelt, nahe 4 Kubikzoll salzsaures Gas zersetzen muß. Salzsaures *Natron* müßte nach dieser Ansicht 1 Proportion von 22 Natronium und 1

*) Diese *Annalen* N. F. Band 7. S. 34. f. *Gilbert.*

**) Oder durch die Zahl 44, wenn man *Natron* für das zweite Oxyd des Natroniums nimmt, wie das aus den S. 47. f. angeführten Versuchen wahrscheinlich wird. Und unter dieser Voraussetzung muß man die *Natron-Salze* als doppelte Proportionen von Säure enthaltend sich denken. In beiden Fällen aber muß die Proportion des Sauerstoffs 7,5 und des Wasserstoffs 1 genommen werden, wenn sich gleich andre eben so gut als diese mit der allgemeinen Lehre von bestimmten Proportionen übereinstimmende Zahlen, als Divisoren oder Multipla sollten finden lassen. *Davy.*

[Den Verfolg dieser Anmerkung findet man S. 24., wohin ich ihn zum bessern Verständniß versetzt habe; dort auch das nöthige Licht zu diesen Berechnungen. *Gilbert.*]

Proportion von oxygenirt-salzsaurem Gas 32,9 enthalten; eine Schätzung, die dem sehr nahe kömmt, was sich aus Dr. Marcet's Analyse dieses Salzes folgern läßt. *Kali-Hydrat* müßte bestehn aus 1 Proportion [Theilchen] Kali, das durch 48, und 1 Wasser, das durch 8,5 dargestellt würde; und dieses gäbe die Mischung desselben in 100 Theilen, zu 15,1 Th. Wasser und 84,9 Th. Kali. Dagegen müßte *Natron-Hydrat* bestehn aus 1 Proportion Natron zu 29,5 und 1 Wasser zu 8,5, welches auf 100 Theile 22,4 Th. Wasser geben würde. Die vorhin angeführten Versuche stimmen mit diesen Schlüssen so genau überein, als sich nur immer erwarten ließe. Auch die Mengen von Kali und Natron, welche zu Folge dieser Schätzungen in verschiednen neutralen Verbindungen enthalten seyn müssen, kommen, wie man finden wird, sehr nahe mit den Mengen überein, welche die genauesten Analysen, besonders die des Hrn. Berthollet, geben, und einige Abweichungen sind leicht zu erklären.

Ich habe in der vorhergehenden Abhandlung es wahrscheinlich gemacht, daß das *überoxygenirt-salzsaure Kali* eine Tripel-Verbindung aus Kalium, oxygenirter Salzsäure und Sauerstoff ist. Diese Meinung wird durch die neuen Thatfachen bestätigt, welche wir hier über das Peroxyd des Kaliums haben kennen gelernt. Vollkommen mit Sauerstoff gesättigtes Kalium enthält vermuthlich 6 Proportionen; denn nach der Analyse des Hrn. Chenevix, welche durch eine von Hrn. E. Davy in dem

Laboratorio der Royal Institution gemachte bestätigt wird, muß überoxygenirt-salzsaures Kali bestehn in 100 Theilen aus 40,5 Theilen Kalium, 32,9 Th. oxygenirt-salzsaurem Gas und 45 Theilen Sauerstoff.

Dafs bei starkem Erhitzen von Peroxyd des Kaliums in oxygenirt-salzsaurem Gas aller Sauerstoff ausgetrieben wird, und blofs eine Verbindung von Kalium mit oxygenirt-salzsaurem Gas entsteht, habe ich angeführt. Es schien mir nicht unwahrscheinlich zu seyn, dafs in mässigen Temperaturen eine Verbindung des Peroxyd mit oxygenirter Salzsäure bewirkt werden könne, und ich habe Ursache zu glauben, dafs diesem wirklich so sey. Ich machte ein Peroxyd durch Erhitzen von Kalium mit ungefähr 2 Theilen Salpeter, und liefs oxygenirt-salzsaures Gas hinzusteigen. Es wurde verschluckt. Beim Schmelzen entwich zwar etwas Sauerstoffgas, doch blieb ein Salz zurück, aus welchem Schwefelsäure sowohl oxygenirt-salzsaures als gemeines Salzsaures Gas entband.

In dem Procefs, durch welchen man das überoxygenirt-salzsaure Kali erhält, wird offenbar ein Theil des Kali's durch seine Verwandtschaft zum oxygenirt-salzsauren Gas zersetzt, um Salzsaures Kali zu bilden; der Sauerstoff desselben wird aber nicht frei, sondern vereinigt sich, während er im Entbinden begriffen ist, mit einem andern Antheile Kali zu Peroxyd, und dieses mit oxygenirt-salzsaurem Gas. Aus den vorhin berechneten Zahlen las-

ßen sich leicht die Proportionen ableiten, welche zu diesen Veränderungen erfordert werden: Es müssen 5 Proportionen Kali, gleich 240 Grains, zersetzt werden, um mit gleich viel Proportionen oxygenirt-salzsaurem Gas, gleich 164,5 Grains, 5 Proportionen salzsaures Kali, gleich 367 Grains, zu erzeugen; und es vereinigen sich 5 Proportionen Sauerstoff, gleich 37,5 Grains, mit 1 Kali, gleich 48, und mit 1 oxygenirt-salzsaurem Gas, gleich 32,9, zu einer Tripel-Verbindung, um 1 Proportion über oxygenirt-salzsaures Kali, gleich 118,4 Grains, zu geben.

a) Ueber die Verbindungen der Metalle aus der Erden mit Sauerstoff, und mit oxygenirt-salzsaurem Gas.

Salzsaurer Baryt, salzsaurer Strontion und salzsaurer Kalk sind, wenn man sie lange Zeit in Weißglühhitze erhalten hat, durch keine einfache Anziehung zu zersetzen. So z. B. werden sie durch trockne Boraxsäure nicht verändert; sobald aber Wasser hinzugehan wird, geben sie sogleich Salzsäure und ihre Erden her. Dieser Umstand bringt mich auf die Vermuthung, daß diese drei Salze aus den metallischen Basen ihrer Erden, welche ich *Barium*, *Strontium*, *Calcium* genannt habe, und aus oxygenirt-salzsaurem Gas bestehn; und die Versuche, welche ich darüber habe anstellen können, bestätigen diesen Schluß.

Wenn man *Baryt*, *Strontion* oder *Kalk* in oxygenirt-salzsaurem Gas bis zum Rothglühn erhitzt, so entstehen ganz dieselben Körper, wie die

trocknen salzsauren Salze, und Sauerstoff wird aus den Erden ausgetrieben. Ich habe indess nie eine so vollständige Zersetzung dieser Erden durch oxygenirt-salzsaures Gas zu bewirken vermocht, daß ich die Menge des Sauerstoffs, welche in einer gegebenen Menge Erde enthalten ist, hätte ausmitteln können. In drey mit großer Sorgfalt angestellten Versuchen fand ich jedoch, daß sich 1 Maass Sauerstoffgas entband für je 2 Maass oxygenirt-salzsaures Gas, welche verschluckt wurden.

Ueber die Einwirkung der Basen der alkalischen Erden auf oxygenirt-salzsaures Gas habe ich noch keine Versuche angestellt, zweifle aber nicht im geringsten, daß sie sich mit diesem Gas direct verbinden, und damit trockne salzsaure Salze bilden.

In meinen letzten Versuchen über die Metallisirung der Erden durch Amalgamation *), wendete ich vorzügliche Aufmerksamkeit auf den Zustand der Producte, welche entstehn, wenn man den Rückstand der Amalgame der Luft aussetzt. Ich fand, daß *Baryt*, der auf diesem Wege gebildet ist, in heftiger Weissglühhitze nicht schmelzt, und daß so erzeugter *Strontion* und *Kalk*, wenn sie geglüht werden, kein Wasser hergeben. *Baryt* aus Krystallen der Erde bereitet, ist, wie Hr. Berthollet gezeigt hat, ein schmelzbares *Hydrat*, und ich habe gefunden, daß aus dieser Erde Feuchtigkeit entwich, wenn sie durch oxygenirt-salzsaures Gas

E 2

*) *Annalen N. F. B. VII. S. 186 f.*

zerfetzt wurde. Der Kalk in dem *Kalk-Hydrate* wird von oxygenirt-salzsaurem Gas weit Schneller als gebrannter Kalk zerlegt, indem dieses den Sauerstoff desselben zugleich mit dem Wasser schnell austreibt.

Ich erhitze etwas gebrannten Kalk in einer mit salzsaurem Gas gefüllten Retorte; sogleich entstand Wasser in großer Menge, und es läßt sich kaum zweifeln, daß es von dem Wasserstoff der Salzsäure, der mit dem Sauerstoff des Kalks in Verbindung trat, herrührte.

Da Kalium das Kochsalz so schnell zerfetzt, so hoffte ich, es werde auch *salzsauren Kalk* zerfetzen, und dadurch auf ein leichtes Mittel führen, *Calcium* zu erhalten. Die Umstände dieses Versuchs sind sehr ungünstig wegen der Schnelligkeit, womit salzsaurer Kalk Wasser einschlürft, und weil es sehr schwer hält, ihn selbst durch Weißglühehitze von den letzten Antheilen Wasser zu befreyen. Dennoch erhielt ich, als ich in einer Retorte aus schwer schmelzbarem Glase Kalium in Berührung mit dem Salze stark erhitze, einen dunkelfarbigem, durch eine glasige Masse verbreiteten Körper, der im Wasser ein lebhaftes Aufbrausen erregte. Alles Kalium war verschwunden, und die Retorte hatte eine Hitze ausgestanden, in welcher Kalium gänzlich verfliegt. — Aehnliche Resultate erhielt ich mit *salzsaurem Strontion* und mit *salzsaurem Baryt*, letztere jedoch minder deutlich, da mehr Kalium unverändert überdestillirte. Entweder wurden in

diesen Processen die Basen der Erden ganz oder zum Theil von oxygenirt-salzsaurem Gas befreit, oder das Kalium war mit den salzsauren Salzen in dreifache Verbindungen getreten. Ich hoffe bei zukünftigen Gelegenheiten hierüber ins Reine zu kommen.

Verbindungen von salzsaurem Gas mit *Magnesia*, *Thonerde* und *Kieselerde* werden alle durch Hitze zersetzt; die Säure entweicht und die Erde bleibt frei zurück. Aus diesem Umstande vermuthete ich, oxygenirt-salzsaures Gas würde aus diesen Erden den Sauerstoff nicht austreiben; eine Vermuthung, welche die Versuche bestätigen. Ich erhitzte jede der drei Erden in oxygenirt-salzsaurem Gas, bis sie roth glühten, es ging in ihnen aber keine Veränderung vor.

Die HH. Gay-Lussac und Thenard haben gezeigt, daß *Baryt* Sauerstoffgas verschlucken kann, und wahrscheinlich giebt es Peroxyde der Basen der Erden, da zu Folge der Versuche des Hrn. Chevenix die mehresten Erden fähig sind, zu überoxygenirt-salzsauren Salzen zu werden.

Ich habe versucht *Kalk* mit mehr Sauerstoff zu verbinden, indem ich ihn in überoxygenirt-salzsaurem Kali erhitzte, jedoch ohne Erfolg; wenigstens entwickelte sich aus ihm, als ich ihn nach diesem Prozesse mit Wasser verband, kein Sauerstoffgas. Der zum Behuf des Bleichens gebildete, sogenannte überoxygenirt-salzsaure Kalk läßt, wie ich finde, Sauerstoff in der Hitze fahren, und wird dabei zu salzsaurem Kalk.

Aus den Proportionen, welche ich in meiner letzten Baker'schen Vorlesung gegeben habe, die aber nach den Analysen schwefelsaurer Salze berechnet sind, folgt, daß, wenn man salzsauren Baryt, salzsauren Strontion und salzsauren Kalk als aus 1 Proportion oxygenirt-salzsaurem Gas und 1 Proportion Metall bestehend betrachtet, sie auf 32,9 Gewichtstheilen oxygenirt-salzsaurem Gas 71 Gewichtstheile *Barium* *), 46 *Strontium* und 21 *Calcium* enthalten müssen. Um zu untersuchen, in wie fern diese Zahlen genau sind, zersetzte ich von jedem dieser salzsauren Salze, nachdem sie zuvor bis zum Weißglühn erhitzt worden waren, 50 Grain mit salpetersaurem Silber, und sammelte, wusch, erhitzte und wog den Niederschlag. Auf diese Art behandelt, gaben 50 Grain salzsaurer Baryt 68; salzsaurer Strontion 85, und salzsaurer Kalk 125 Grain Hornsilber. Nun erhält aus den gleich anzuführenden Versuchen, daß Hornsilber aus 12 Theilen Silber auf 3,9 Theilen oxygenirt-salzsaurem Gas besteht; folglich wird *Barium* durch 54,1, *Strontium* durch 46,1, und *Calcium* durch 20,8 dargestellt.

3) *Ueber die Verbindungen der gewöhnlichen Metalle mit Sauerstoff und mit oxygenirt-salzsaurem Gas.*

Es lassen sich innerhalb der Gränzen, welche für Vorlesungen dieser Art üblich sind, nur die

*) Legt man James Thomson's Analyse des schwefelsauren Baryts bei der Berechnung zum Grunde, und schätzt die Schwefelsäure auf 36, so wird *Barium* ungefähr durch die Zahl 65,5 dargestellt.

Davy.

Auflinien von den vielen Versuchen geben, welche ich über die Verbindungen von oxygenirt-salzaurem Gas mit den Metallen gemacht habe; ich muß mich daher auf allgemeine Uebersichten der Verfahrensart und der Resultate beschränken.

Ich habe mich in allen folgenden Versuchen kleiner Retorten mit grünem Glase bedient, von 3 bis 6 Kubikzoll Inhalt, welche mit Hähnen (*stop-cocks*) versehen waren. Nachdem der metallische Körper in die Retorte hineingebracht war, wurde sie luftleer gepumpt und mit dem Gas, auf welches er einwirken sollte, gefüllt, dann wurde die Retorte mit einer Weingeistlampe erhitzt, und nach dem Abkühlen derselben das Product untersucht und das Gas analysirt.

Alle Metalle, mit welchen ich diese Versuche angestellt habe, *verbrannten*, wenn sie in dem oxygenirt-salzauren Gas erhitzt wurden; mit Ausnahme von *Silber, Blei, Nickel, Kobalt* und *Gold*. Die flüchtigen *verbrannten* mit Flamme, und zwar *Arsenik, Spiesglanz, Tellurium* und *Zink* mit einer weissen, *Quecksilber* mit einer rothen Flamme. *Zinn* wurde weiss glühend, *Eisen* und *Kupfer* wurden roth glühend, *Scheelium* und *Manganes* dunkelroth glühend; auf *Platin* geschah in einer Hitze, bei welcher das Glas schmilzt, fast gar keine Einwirkung.

Folgendes sind die *Producte*, welche bei dem Verbrennen der Metalle im oxygenirt-salzauren Gas entstanden.

Aus Arsenik *Arsenikbutter*: eine dichte, helle, höchst flüchtige Flüssigkeit, welche die Electricität nicht leitet, kein großes specif. Gewicht hat, und beim Zersetzen durch Wasser Arsenik-Oxyd und Salzsäure giebt. — **Aus Spiesglanz *Spiesglanzbutter*:** ein leicht schmelzbarer und flüchtiger fester Körper, von der Farbe des Hornsilbers, und von großer Dichtigkeit, der beim Abkühlen in sechseckigen Tafeln krystallisirt, und beim Zersetzen durch Wasser ein weißes Oxyd hergiebt. — Diesem Körper gleicht in seinen sinnlichen Eigenschaften das Product aus *Tellurium*, welches gleichfalls mit Wasser sich in ein weißes Oxyd verwandelt. — Auch das Product aus *Zink* ist demselben an Farbe ähnlich, doch weniger flüchtig. Das Product aus *Quecksilber* ist ätzender Sublimat.

Die Verbindung aus oxygenirt-salzsäurem Gas und *Eisen* ist glänzend braun, von einem Glanze, der sich dem metallischen nähert; und spielt Regenbogenfarben wie die Eisenstufen von Elba. Sie verflüchtigt sich in mäßiger Hitze, und füllt das Gefäß mit schönen, kleinen, ausnehmend glänzenden Krystallen, die sich in glänzende Tafeln zusammenhäufen, deren Gestalt ich nicht bestimmen konnte. Wenn Wasser darauf einwirkt entsteht, rothes salzsaures Eisen.

Kupfer bildet ein glänzendes roth-braunes Product, das in kleinerer als der Röthglühehitze schmelzt, beim Abkühlen krystallisirt und halb durchsichtig wird, und beim Einwirken von Wasser eine

grüne Flüssigkeit und einen grünen Niederschlag hergibt. *)

Das Product aus *Manganes* ist in dunkler Rothglüehhitze nicht flüchtig. Es ist dunkelbraun, wenn aber Wasser darauf einwirkt, wird es heller braun, und in der Auflösung bleibt salzsaures *Manganes*, welches die Lakmuskinktur nicht röthet; der chocoladenbraune Rückstand ist nicht auflöslich. **)

Scheelium giebt ein dunkel-orangefarbnnes Sublimat, welches beim Zersetzen durch Wasser Salzsäure und gelbes *Scheelium-Oxyd* hergibt.

*) Es wäre der Mühe werth zu untersuchen, ob dieser Niederschlag, der aus oxygenirt-salzsaurem Kupfer durch Wasser gebildet wird, nicht auch vielleicht nicht-gesättigtes salzsaures Kupfer-Hydrür (*a hydrated submuriate*) wäre, und in seiner Zusammensetzung mit dem krySTALLisirten salzsauren Kupfer aus Peru übereinstimmte. Dieses letztere giebt, wie ich finde, in der Hitze Salzsäure und Wasser. Die von Boyle entdeckte *resina cupri*, welche durch Erhitzung von Kupfer mit ätzendem Sublimat entsteht, enthält wahrscheinlich nur 1 Proportion oxygenirt-salzsaures Gas, indess das oben erwähnte Product 2 Proportionen enthalten muß. *Davy.*

**) Salzsaures *Manganet*, durch Auflösen von *Manganes-Oxyd* in Salzsäure gebildet, ist eine neutrale Verbindung, und läßt sich durch Hitze zersetzen, wobei salzsaures Gas entweicht, und braunes *Manganes-Oxyd* zurück bleibt. In dieser Hinsicht erscheint *Manganes* als ein Mittelding zwischen den alten und den neu entdeckten Metallen. Salzsaures *Manganes* wird nemlich gleich der salzsauren *Magnesia* zersetzt, und das *Oxyd* desselben ist, so weit meine Versuche reichen, das einzige unter den länger bekannten Metallen, welches die saure Kraft des salzsauren Gas neutralisirt, so daß dieses in der Auflösung blaue Pflanzenfarben nicht verändert. *Davy.*

Zinn giebt *Libav's Flüssigkeit*, welche sich durch Wasser in salzsaures Zinn im Maximum der Oxydirung verwandelt.

Silber und *Blei* geben Hornsilber und Hornblei, und *Wismuth* Wismuth-Butter.

Folgendes sind die *Mengen* von oxygenirt-salzsaurem Gas, welche von 3 Grains eines jeden Metalls verschluckt wurden: *) Von

Arfenik	3,6 K.Z.	Zinn	3,2 K.Z.	Wismuth	1,5 K.Z.
Spießglanz	3,1 —	Eisen	3,8 —	Blei	0,9 —
Tellur	2,4 —	Zinn	4, —	Silber	0,9 — **)
Queckfilber	1,05 —	Kupfer	3,4 —		

Bei meinen Versuchen über die Einwirkung des oxygenirt-salzsauren Gas auf *Metall-Oxyde*, wurden die Oxyde von *Blei*, *Silber*, *Zinn*, *Kupfer*, *Spießglanz*, *Wismuth* und *Tellur* in einer

*) Das oxygenirt-salzsaure Gas war in diesen Versuchen nicht von Feuchtigkeit befreit worden, und da ich mich messingner Hähne bediente, kann ein wenig Gas von der Oberfläche des Metalls verschluckt worden seyn; diese Proceße geben daher bloße Annäherungen an die wahre Zusammensetzung der oxygenirt-salzsauren Metalle. Die Versuche mit Blei, Tellur, Eisen, Spießglanz, Kupfer, Zinn, Queckfilber und Arfenik wurden an drei auf einander folgenden Tagen angestellt, an welchen der Barometerstand zwischen 30,26 und 30,15 engl. Zollen und der Thermometerstand zwischen 63,5 bis 61° F. variierte. Bei dem Versuch mit dem Silber stand das Barometer auf 29,9 engl. Zoll und das Thermometer auf 52° F. *Davy.*

**) Das Silber nahm hierbei an Gewicht um 0,6 Grain zu; ein Resultat, welches sehr gut mit einem Versuche meines Bruders John Davy übereinstimmt, in welchem 12 Grain Silber zu 15,9 Grain wurden, indem sie sich in Hornsilber verwandelten. *Davy.*

Hitze, welche das Rothglühen nicht erreichte, zer-
setzt, und zwar die Oxyde der flüchtigen schneller
als die der feuerbeständigen Metalle. Auf *Kobalt-*
und *Nickel-Oxyd* ging die Einwirkung kaum vor
sich in der Hitze des dunkelrothen Glühens. *Ro-*
thes Eisenoxyd wurde in starker Rothglühhitze nicht
angegriffen, indess die Zersetzung des *schwarzen*
Eisenoxyds in einer viel niedrigeren Temperatur
vor sich ging; und *Arseniksäure* erlitt keine Ver-
änderung in der größten Hitze, die sich einer Glas-
retorte geben ließ, während das *weiße Arse-*
nikoxyd schnell zersetzt wurde.

In den Fällen, in welchen Sauerstoffgas aus-
getrieben wurde, betrug die Menge desselben ge-
nau so viel, als von dem Metall war verschluckt
worden. So z. B. verschlucken 2 Grains *rothes*
Quecksilber-Oxyd 0,9 Kub. Z. oxygenirt-salzsau-
res Gas, und geben 0,45 K. Z. Sauerstoffgas her. Zwei
Grain *dunkel olivenfarbenes Oxyd* aus Calomel,
durch Kali abgeschieden, verschlucken ungefähr
0,94 K. Z. oxygenirt-salzsaures Gas, und geben 0,24
Kub. Z. Sauerstoffgas; in beiden Fällen entsteht
ätzender Sublimat. *)

*) Ich habe zwei verschiedene *Analysen* von ätzendem Subli-
mat und von Calomel mit vieler Sorgfalt gemacht. 100
Grain ätzender Sublimat, die durch 90 Grain Kali-Hy-
drat zerlegt wurden, gaben mir das erste Mahl 79,5, das
zweite Mahl 78,7 Grain *orangefarbenes Quecksilber-Oxyd*,
wovon 40 Grain 9,15 K. Z. Sauerstoffgas hergaben; und
mit salpetersaurem Silber entstanden aus 100 Grain ätzen-
dem Sublimat das erste Mahl 102,5, das zweite Mahl 103,4
Grain *salzsaures Silber*. — Dagegen gaben 100 Grain

Beim Zersetzen von *weißem Zink-Oxyd* wurde genau halb so viel Sauerstoffgas, dem Volumen nach, ausgetrieben, als *oxygenirt-salzsäures Gas* verschluckt.

Von vorzüglich interessanter Art war die Veränderung, welche bei dem Zersetzen des *schwarzen Eisenoxyds* und des *weißen Arsenik-Oxyds* eintrat. In beiden Fällen entwich kein Sauerstoffgas, sondern in dem einen Fall wurden das eisenschüßlige Sublimat und rothes Eisenoxyd, und im andern Falle Arsenikbutter und Arseniksäure gebildet. Zwei Grains *weißes Arsenik-Oxyd* verschluck-

Calomel beim Zersetzen durch 90 Grain *Kali-Hydrat* das erste Mahl 82, das zweite Mahl 83 Grain *olivengrünes Quecksilber-Oxyd*, von denen 40 Grain 4,8 K. Z. Sauerstoffgas beim Erhitzen entbanden; und aus 100 Grain *Calomel* bildeten sich das erste Mahl 58,75, das zweite Mahl 57½ Grain *Hornsilber*.

Ich setze das meiste Vertrauen in der zweiten Analyse; indess geht aus beiden hervor, daß bei einerlei Menge von *Quecksilber ätzendes Sublimat* genau noch ein Mahl so viel Sauerstoff als *Calomel* enthält, und daß gleichfalls bei gleicher *Quecksilbermenge* in dem *orangefarbenen Oxyde* noch ein Mahl so viel Sauerstoff als in dem *schwarzen Quecksilberoxyde* enthalten ist. Die *Olivengrüne* des Oxyds aus *Calomel* rührt von einer kleinen Beimengung von *orangefarbnem Oxyde* her, welches sich auf Kosten des *Wassers* bildet; das zum *Niederschlagen* gebraucht wird. Nimmt man eine *kochend heiße Auflösung* von *Kali*, so ist die Farbe des Oxyds stets *schwarz*; sie wird aber, wenn man ein wenig *orangefarbnem Oxyd* dazu reibt, *olivengrün*. Man hat behauptet, das *olivengrüne Oxyd*, welches aus *Calomel* durch *Kali-Hydrat* *niedergeschlagen* wird, enthalte *Salzsäure*, sey aber damit nicht gesättigt; ich habe indess darin nie eine Spur von *Salzsäure* entdeckt.

ten 0,8 Kub. Z. oxygenirt-salzaures Gas. *) — Ich zweifle nicht, daß sich dieselbe Erscheinung noch in andern Fällen zeigen wird, in welchen das Metall verhältnißmäßig nur eine kleine Anziehung für oxygenirt-salzaures Gas hat, und verschiedener Grade von Oxydation fähig ist, und in welchen das Peroxyd gebraucht wird.

Ich habe nur einen einzigen Versuch gemacht, ein gewöhnliches Metalle-Oxyd durch Salzsäure zu zersetzen, nemlich das falbe Zinn-Oxyd; es entstand Wasser und Libav's Flüssigkeit.

Betrachtet man die Mischungsverhältnisse, welche sich aus dem Volumen des oxygenirt-salzauren Gas, das die verschiedenen Metalle verschlucken, berechnen lassen, in Beziehung auf die Menge Sauerstoff, welche sie erfordern, um in Oxyde verwandelt zu werden, so geht aus den Versuchen, welche ich angeführt habe, hervor, daß in ihnen entweder eine, oder zwei, oder drei Proportionen

ken könnten, wenn es gut gewaschen worden war. Es ist nicht leicht bei den Analysen der Quecksilber-Oxyde völlige Genauigkeit zu erreichen, da ihnen Wasser anhängt, welches sich nicht ganz austreiben läßt, ohne daß etwas Sauerstoff entweicht. In jedem meiner Versuche sammelte sich in dem Halse der Retorte ein wenig Thau, obgleich ich das Oxyd bis über 212° F. erhitzt hatte, so daß die 40 Grain ein wenig zu hoch geschätzt sind. Davy.

*) Das Bestreben des *weißen Arsenik-Oxyds* zu Arsenik-säure zu werden, zeigte sich bei der Einwirkung desselben auf geschmolzenes Kali-Hydrat auf eine auffallende Weise; das Wasser in dem Hydrate wird schnell zersetzt, und dabei Arsenik-Wasserstoff entbunden und arseniklaures Kali gebildet. Davy.

oxygenirt-salzsaures Gas sich mit Einer Proportion Metall verbinden, und daher müßte es leicht seyn, aus der bekannten Zusammensetzung der salzsauren Salze die Zahlen abzuleiten, welche die Proportionen darstellen, in denen man sich denken kann, daß diese Metalle in andre Verbindungen eingehn. *)

4. *Allgemeine Schlussfolgen und Bemerkungen durch Versuche erläutert*

Alle Folgerungen, welche ich aus den neuen Versuchen zu ziehn gewagt, die ich in meiner letzten Vorlesung der königlichen Societät mitgetheilt habe, werden durch die ganze Reihe dieser neuen Untersuchungen, wie es mir scheint, bestens bestätigt.

Oxygenirt-salzsaures Gas vereinigt sich mit verbrennlichen Körpern zu einfachen Zusammensetzungen aus zwei Bestandtheilen; und wenn es auf Oxyde einwirkt, treibt es entweder den Sauerstoff derselben aus, oder veranlaßt ihn, in neue Verbindungen zu treten. Wollte man behaupten, der Sauerstoff rühre in diesen Fällen von dem oxygenirt-salzsauren Gas und nicht von den Oxyden,

*) Nach den in der vorvorigen Anmerkung angeführten Versuchen muß die Zahl, welche die Proportionen darstellt, in welchem sich das Quecksilber verbindet, ungefähr 200 seyn; und die Zahl für das Silber nach S. 74. ungefähr 100. Die Zahlen für die andern Metalle lassen sich aus den auf derselben Seite befindlichen Angaben ableiten, welche indess, nach dem was ich angeführt habe, keine große Genauigkeit geben können.

her, so läßt sich fragen, warum die Menge desselben immer genau der in dem Oxyde enthaltenen Menge gleich ist, und warum sie in einigen Fällen, wie denen mit Kalium- und Natronium-Oxyd im Maximo, in keinem Verhältnisse mit der Gasmenge steht?

Enthielte das oxygenirt-salzsaure Gas irgend eine mit Sauerstoff verbundene Säure, so müßte sich diese in der flüssigen Verbindung zeigen, welche aus 1 Proportion Phosphor und 2 Proportionen oxygenirt-salzsaurem Gas zusammengesetzt ist; denn unter dieser Voraussetzung müßte diese Flüssigkeit aus Salzsäure (nach der alten Hypothese, frei von Wasser) und aus Phosphorsäure bestehen; diese Verbindung hat aber keine Wirkung auf Lackmuspapier, und wirkt unter den gewöhnlichen Umständen nicht auf die fixen alkalischen Basen, z. B. nicht auf trocknen Kalk oder trockne Magnesia. Oxygenirt-salzsaures Gas muß sich, gleich dem Sauerstoffgas, in großer Menge mit besondern verbrennlichen Körpern verbinden, um eine Säure zu bilden; an Wasserstoff gebunden, röthet es das trockenste Lackmuspapier augenblicklich, wenn gleich die Verbindung ein Gas ist. Der Natur der Säuren entgegen treibt es Sauerstoff aus Oxyden im Minimo aus, und verbindet sich mit Oxyden im Maximo.

Wird Kalium in oxygenirt-salzsaurem Gas verbrannt, so erhält man eine trockne [wasserfreye] Verbindung. Nimmt man mit Sauerstoff verbun-

denes Kalium, so wird aller Sauerstoff ausgetrieben, und dieselbe Verbindung gebildet. Es würde gegen die Logik seyn, behaupten zu wollen, daß diese genaue Menge von Sauerstoff von einem Körper aufgegeben werde, von dem man nicht wisse, daß er zusammengesetzt ist, während wir von der Existenz derselben in einem andern gewiß sind — und alle Fälle laufen einander parallel.

Daß Sauerstoff in dem oxygenirt-salzsauren Gas vorhanden sey, sind vielleicht einige aus dem Umstände zu schließen geneigt, weil es durch Einwirkung von Salzsäure auf Oxyde im Maximo, oder auf überoxygenirt-salzsaures Kali gebildet wird. Bei einigem Nachdenken zeigt sich indeß bald, daß die Erscheinungen bei diesen Einwirkungen mit meinen Ansichten völlig übereinstimmen. Wenn man salzsaures Gas über trocknes Manganes-Oxyd im Maximo erhitzt, so wird, wie ich finde, sehr schnell Wasser gebildet und oxygenirt-salzsaures Gas hervorgebracht, das Peroxyd aber wird braun. Jetzt, da wir wissen, daß salzsaures Gas aus oxygenirt-salzsaurem Gas und Wasserstoff besteht, giebt es keine einfachere Erklärung des Erfolgs, als die, daß der Wasserstoff der Salzsäure sich mit Sauerstoff des Peroxyds zu Wasser verbindet.

Scheele erklärte die *bleichende Kraft* des oxygenirt-salzsauren Gas daraus, daß er annahm, es zerstöre die Farbe, indem es sich mit dem Phlogiston derselben verbinde; Berthollet setzt die bleichende Wirkung darin, daß dieses Gas den Farben

Sauerstoff zuführe. Ich habe einen Versuch gemacht, welcher zu beweisen scheint, daß das reine Gas unfähig ist, die Pflanzenfarben zu verändern, und daß ihr Vermögen zu bleichen lediglich darauf beruht, daß sie die Eigenschaft hat, das Wasser zu zersetzen, und den Sauerstoff desselben frei zu machen. — Ich füllte nemlich einen Glasballon, der trocknen, gepulverten, salzsauren Kalk enthielt, mit oxygenirt-salzsaurem Gas, und that in einen andern Ballon, worin sich ebenfalls trockner salzsaurer Kalk befand, etwas trocknes mit Lackmus gefärbtes Papier, nachdem es zuvor erhitzt worden war. Nach einiger Zeit pumpte ich diesen Ballon luftleer, und setzte ihn mit dem ersten in freye Verbindung, während das Lackmuspapier vermöge des dazu eingerichteten Hahns der Wirkung des einströmenden Gas ausgesetzt war. Es zeigte sich keine Farbenänderung, und noch nach zwei Tagen war kaum irgend eine Veränderung der Farbe bemerkbar.

Ein ähnliches getrocknetes Lackmuspapier, das ich in oxygenirt-salzsaures Gas brachte, worauf kein salzsaurer Kalk eingewirkt hatte, wurde augenblicklich weiß *). Lackmuspapier, das man nicht zuvor getrocknet hat, erleidet in trockenem

*) Diese letztern Versuche habe ich in dem Laboratorio der *Dublin Society*, (die mehrsten der vorhergehenden in dem Laboratorio der *Royal Institution*) angestellt, und auf sie mich zu beziehen, haben die Vorsteher (*Managers*) dieser nützlichen öffentlichen Anstalt mir erlaubt. *Davy*.

oxygenirt-salzsaurem Gas dieselbe Veränderung, nur langsamer.

Die überoxygenirt-salzsauren Verbindungen scheinen ihre bleichende Kraft allein ihrem locker gebundenem Sauerstoff zu verdanken; die gewöhnlichen Metalle haben ein starkes Bestreben, einfache Verbindungen mit oxygenirt-salzsaurem Gas einzugehn, und der Sauerstoff wird hierbei aus ihnen leicht ausgetrieben und angezogen.

Man findet in allen chemischen Schriften angegeben, das oxygenirt-salzsaure Gas *condensire* sich in niederen Temperaturen und *krySTALLISIRE*. Ich habe mich durch einige Versuche überzeugt, daß dieses *nicht* der Fall ist. Auflösungen von oxygenirt-salzsaurem Gas in Wasser frieren eher als reines Wasser; aber das reine, durch salzsauren Kalk getrocknete Gas leidet in Temperaturen von -40° F. keine Veränderung irgend einer Art. Der Irrthum scheint daher zu rühren, daß man oxygenirt-salzsaures Gas in Flaschen, welche Feuchtigkeit enthielten, der Kälte ausgesetzt hat.

Ich habe versucht, Boraxsäure und Phosphorsäure durch oxygenirt-salzsaures Gas zu zersetzen, jedoch ohne Erfolg; woraus zu erhellen scheint, daß *Boracium* und *Phosphor* eine größere Verwandtschaft zum Sauerstoffe als zu dem oxygenirt-salzsauren Gas haben. Und hierin stimmen, den oben angegebenen Versuchen zu Folge, *Eisen* und *Arsenik*, wahrscheinlich auch einige andere Metalle, mit ihnen überein. — Eine geringere Ver-

wandtschaft zu dem Sauerstoff als zu dem oxygenirt-salzlauen Gas haben: *Kalium*, *Natronium*, *Calcium*, *Strontium*, *Barium*, *Zink*, *Quecksilber*, *Zinn*, *Blei* und wahrscheinlich auch *Silber*, *Spießglanz* und *Gold*.

Ich habe bis jetzt nur sehr wenig Versuche über die Verbindungen der oxygenirt-salzlauen Körper unter einander oder mit den Oxyden anstellen können. Arsenikbutter und Libav's Flüssigkeit zusammen gemischt, erhitzen sich mit einander; die Phosphor- und die Schwefel-haltigen Flüssigkeiten vereinigen sich beide unter einander und mit Libav's Flüssigkeit ohne irgend eine merkwürdige Erscheinung.

Ich hatte in einer grünen Glasröhre Kalk mäßig erwärmt und trieb das *Phosphor-Sublimat* (den gesättigten oxygenirt-salzlauen Phosphor) in Dämpfen hindurch; die Einwirkung war heftig, unter Entbindung von Wärme und Licht, und es entstand eine graue geschmolzene Masse, welche, als ich Wasser zusetzte, salzlauen und phosphorsauren Kalk hergab. — Etwas Dampf des erhitzten Phosphor-Sublimats ließ ich in eine luftleer gepumpte Retorte steigen, worin sich getrocknetes Lackmuspapier befand; die Farbe desselben verwandelte sich langsam in blasroth. Diese Thatfache scheint der Meinung günstig, daß diese Substanz eine Säure sey; da aber ein wenig Wasserdampf in der Retorte gewesen seyn könnte, so ist der Versuch nicht entscheidend. Auch die starke Verwandt-

schaft derselben zum *Ammoniak* spricht vielleicht für diese Meinung; ~~war~~ bilden alle oxygenirt-salzsäure Körper, die ich versucht habe, mit dem Ammoniak dreifache Verbindungen, aber aus den übrigen Verbindungen von oxygenirt-salzsäurem Gas und Phosphor mit Ammoniak wird Phosphor durch eine mäßige Wärme ausgetrieben, und die zurückbleibende Verbindung ist das Phosphor-Sublimat.

5) *Einige Betrachtungen über die Nomenclatur der oxygenirt-salzsäuren Zusammensetzungen.*

Einen Körper, von dem es nicht bekannt ist, daß er Sauerstoff enthält *), und der keine Salz-

*) Während ich diesen Bogen für den Druck corrigire, finde ich in dem neuesten Stück von Nicholson's *Journal*, welches am 1. Februar 1811 erschienen ist, einen sehr sinnigen Aufsatz des Hrn. Murray in Edinburg, in welchem bewiesen werden soll, daß oxygenirt-salzsäures Gas Sauerstoff enthalte. Hr. Murray detonirt oxygenirt-salzsäures Gas in Uebermaass mit einer Mischung von Wasserstoffgas und gasförmigem Kohlenstoff-Oxyd, woraus, seiner *Voraussetzung* nach, kohlen-säures Gas entsteht; und vermischt oxygenirt-salzsäures Gas in Uebermaass mit Schwefel-Wasserstoffgas, wodurch, seiner *Voraussetzung* nach, Schwefelsäure oder schweflige Säure gebildet wird.

In einigen Versuchen, bei welchen mein Bruder John Davy mit mir gearbeitet hat, und die wir über ausgekochtem Quecksilber anstellten, habe ich gefunden, daß, wenn 7 Maass *Wasserstoffgas*, 8 Maass *gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd* und 20 Maass *oxygenirt-salzsäures Gas* durch den electrischen Funken detonirt werden; sie sich bis auf ungefähr 30 Maass vermindern, und daß Calomel an den Seiten der Röhre sich absetzt. Nachdem ich trocknes Ammoniak in Uebermaass zugefetzt, und Wasser zu dem Rückstande gebracht hatte, blieben mehr als 9 Maass Gas zurück, und dieses war gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd, nicht

säure enthalten kann, *oxygenirte Salzsäure* zu nennen, ist gegen alle Regeln derjenigen Nomen-

unreiner, als sich nach der den verschiedenen Gasarten beigemengten atmosphärischen Luft und dem aus dem Ammoniak ausgetriebenen Stickgas vermüthen liefs. Der Sauerstoff in Hrn. Murray's kohlensaurem Gas scheint daher aus dem *Wasser* oder aus dem gasförmigen Kohlenstoff-Oxyd hergerührt zu haben.

Schwefel-Wasserstoffgas, das ich einem Uebermaasse von *oxygenirt-salzsäurem Gas* über trockenem Quecksilber zusetzte, entzündete sich in zwei oder drei Versuchen, und es entstand salzsaures Gas, welches Dämpfe des oxygenirt-salzsäuren Schwefels enthielt, und mit Ammoniak neutralisirt, salzsaures Ammoniak und eine Verbindung von Ammoniak mit oxygenirt-salzsäurem Schwefel gab. — Stieg eine solche Mischung Schwefel-Wasserstoffgas und oxygenirt-salzsaures Gas in Uebermaasse in die Atmosphäre, so verbreitete sich ein Geruch nach oxygenirt-salzsäurem Schwefel, und es zeigte sich nicht die kleinste Spur von Schwefelsäure oder schwelliger Säure. Hätte Hr. Murray bei der Analyse seiner Rückstände Ammoniak statt Wasser genommen, so würde er, glaube ich, nicht geschlossen haben, oxygenirt-salzsaures Gas lasse sich mittelst solcher Methoden zersetzen.

Das Detail einiger andrer Versuche, welche wir über diesen Gegenstand angestellt haben, berühre ich hier nicht; mein Bruder wird sie in einer Antwort auf Herrn Murray's Aufsatz bekannt machen. Zum Schlusse bemerke ich noch, daß dieser scharfsinnige Chemiker meine Ansichten mißverstanden hat, wenn er sie für Hypothesen hält. Ich sage bloß aus, was ich gesehen und was ich gefunden habe. Es ist *möglich*, daß das oxygenirt-salzsäure Gas Sauerstoff enthält, ich kann es aber darin nicht finden. Ich habe Hrn. Murray's Versuche mit vielem Interesse wiederholt; wenn *Wasser* bei denselben außer Spiel bleibt, so werden durch die Resultate derselben alle meine Ideen über diesen Gegenstand bestätigt, und die hypothetischen Ideen, welche er mir so vielem Eifer zu vertheidigen gesucht hat, erhalten durch sie keine Stütze.

Davy.

clatur, in welcher man ihm diesen Namen gegeben hat, und eine Veränderung dieser Benennung scheint nothwendig zu werden, um den Fortgang der Erörterungen zu erleichtern,* und um richtige Ideen über diesen Gegenstand zu verbreiten. Hätte der große Entdecker dieses Körpers *) ihn mit irgend einem einfachen Namen bezeichnet, so würde es schicklich seyn, diesen wieder hervorzuziehen; aber *dephlogistisirte Kochsalzsäure* ist eine Benennung, die für den jetzigen Zustand der Wissenschaften sich nicht mehr eignet.

Ich bin mit einigen der vorzüglichsten chemischen Naturforscher zu Rathe gegangen; es schien uns am schicklichsten zu seyn, einen Namen in Vorschlag zu bringen, der von einer der bekanntesten und am meisten charakteristischen Eigenschaften des oxygenirt-salzsauren Gas, von der Farbe desselben, entlehnt ist, nemlich *Chlorine* oder *Chloric Gas* **); ein Name, den man auch dann unverändert würde beibehalten können, wenn man künftig finden sollte, daß dieser Körper zusammengesetzt sey, ja selbst, daß er Sauerstoff enthielte.

Von den meisten Salzen, welche man bis jetzt für *salzsaure* gehalten hat, wissen wir nicht, daß sie irgend einen Antheil Salzsäure oder irgend einen Antheil Sauerstoff enthalten. So findet sich in Libav's Flüssigkeit, wenn gleich Wasser sie in eine salzsaure Verbindung verwandelt, allein Zinn und

*) Scheele. G.

**) Von *χλωρος* [grünlich-gelb].

G.

oxygenirt - salzsaures Gas, und Hornsilber scheint unfähig zu seyn, in ein wahres salzsaures Salz verwandelt zu werden. Ich wage es, für die Verbindungen des oxygenirt - salzsauren Gas mit verbrennlichen Körpern folgende Benennung vorzuschlagen: „den Namen ihrer Basis mit der Endsyblbe *ane*.“ Auf diese Weise würde *Argentane* Hornsilber, *Stannane* Libav's Flüssigkeit, *Antimonane* Spießglanzbutter, *Sulphurane* Thomson's schwefelhaltige Flüssigkeit, *Phosphorane* das Phosphor-Sublimat, und so ferner, bedeuten *).

Bei dieser Benennung liesse sich zugleich die Klasse, zu welcher der Körper gehört, und die Beschaffenheit desselben ausdrücken. Enthielte die Verbindung auf 1 Proportion oxygenirt - salzsaurem

*) Für die deutsche chemische Sprache sind diese Namen nicht brauchbar. Statt ihrer wüßte ich keine schicklicheren in Vorschlag zu bringen, als Zusammensetzungen aus dem Worte *Chloran* und der deutschen Benennung der Basis, z. B. *Chloran-Silber*, *Chloran-Zinn*, *Chloran-Spiessglanz*, *Chloran-Schwefel*, *Chloran-Phosphor* u. s. f. Und zwar schlage ich mit Absicht die Biegung *Chloran* (nicht *Chlorine*) vor, um einestheils durch Aehnlichkeit des Klangs einer Endsyblbe an Davy's Nomenclatur zu erinnern, anderntheils durch die Verwandlung *Chlorine* in *Chloran* darauf hinzudeuten, daß diese Verbindungen von einer andern Klasse sind, als die Verbindungen der verbrennlichen Körper unter einander, welche ich durch Zusammenstellung der Namen dieser Körper bezeichne, z. B. *Schwefel-Zinn*, *Phosphor-Blei*, u. s. w.; eine Bezeichnung, worin alle deutsche Chemiker den Annalen gefolgt zu seyn scheinen. Wenn Hr. Davy sich in seinen zukünftigen Arbeiten der von ihm hier vorgeschlagenen Nomenclatur bedienen sollte, so werde ich sie auf diese Art im Deutschen wiedergeben. *Gilbert.*

Gas mehrere Proportionen des verbrennlichen Körpers, so könnte man z. B. dem Namen die Vocale vorsetzen, wobei *a* zwei, *e* drei, *i* vier Proportionen bezeichnen würde; wären dagegen mehrere Proportionen oxygenirt-salzsaures Gas mit 1 Proportion des verbrennlichen Körpers verbunden, so müßte man die Vocale dem Namen anhängen.

Salzsäure ist eine Benennung, die man für die Verbindung des Wasserstoffs mit oxygenirt-salzsaurem Gas beibehalten muß; eben so die bisherige Weise, die Zusammensetzungen aus diesem Körper und aus den Oxyden nach Art der andern Neutralsalze zu bezeichnen *). So also sind salzsaures

*) Wollte man den Namen der Salzsäure, *acide muriatique* (*muriatic acid*) in den *acide muriatique hydrogéné* oder *acide hydromuriatique* (*hydrogenated muriatic or hydromuriatic acid*) verwandeln, und die diese Säure enthaltenden Salze *muriates hydrogéné*s oder *hydromuriates* (*hydrogenated muriates or hydromuriates*) nennen, so würde es nicht schwer seyn, eine Modification der jetzigen Benennung des oxygenirt-salzsauren Gas aufzufinden, welche den neuen Ansichten entspräche, und zugleich ihre Beziehung zur Salzsäure ausdrückte, z. B. *gas demuriatique* (*demuriatic gas*) oder *gas oxymuric* (*oxymuric gas*), und dann wären die Verbindungen aus oxygenirt-salzsaurem Gas *demuriates* oder *oxymuriates* zu nennen. Dieses würde eber die Verbreitung richtiger Ansichten in diesem Theile unserer chemischen Kenntnisse viel verwickelter und schwieriger machen, als die Methode der Bezeichnung, welche ich vorgeschlagen habe. Bedenken wir den Zustand der Kindheit, worin sich diese Untersuchungen befinden, so dürfte es überhaupt gerathen seyn, die Annahme irgend einer neuen Benennung für solche Verbindungen fürs Erste noch auszusetzen. Es ist möglich, daß das oxygenirt-salzsaure Gas ein zusammen-

Ammoniak, salzsaure Magnesia u. s. f. auch in der neuen Ansicht dieser Gegenstände vollkommen richtige Ausdrücke.

Doch ich verweile mich hierbei nicht länger. Was ich hier gebe, sind bloße Vorschläge, durch die ich die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf diesen Gegenstand zu lenken wünsche. Indem die Chemie allmählig immer mehr vervollkommenet werden wird, müssen manche andere Veränderungen in der chemischen Sprache nothwendig werden. Es ist zu wünschen und zu hoffen, daß man sich bei diesen Veränderungen jedesmal von allen speculativen Ansichten unabhängig erhalten, und die neuen Namen nicht aus der Theorie schöpfen, sondern vielmehr von irgend einer einfachen und unveränderlichen Eigenschaft der zu bezeichnenden Körper ableiten werde, und daß zugleich die Chemiker dahin übereinkommen werden, sich lediglich willkürlicher Bezeichnungen zu bedienen, um die Klasse anzudeuten, zu welcher zusammengesetzte oder einfache Körper gehören.

gesetzter Körper sey, und daß es mit dem Sauerstoff ein gemeinsames Element habe; bis jetzt aber haben wir nicht mehr Recht auszusagen, das oxygenirt-salzsaure Gas enthalte Sauerstoff, als zu behaupten, Zinn enthalte Wasserstoff; Namen sollen aber Sachen und nicht Meinungen ausdrücken, und bevor nicht ein Körper zerlegt ist, müssen wir ihn für einfach nehmen.

Davy.

III.

Über eine neue Verbindung, in welche oxygenirt-salzsaures Gas und Sauerstoff mit einander treten,

von

HUMPHRY DAVY, Esq.

(Vorgelesen in der königl. Societät zu London am
21. Febr. 1811. *)

Ich erbitte mir die Erlaubniß der königl. Societät von einigen Versuchen Bericht zu erstatten, welche ich über eine neue Verbindung angestellt habe, in die das oxygenirt-salzsaure Gas mit Sauerstoff tritt. Diese Versuche haben mich auf neue und überraschende Resultate geführt, und scheinen mir über einen interessanten Zweig der Chemie Licht zu verbreiten. Ich wurde auf sie durch die Verschiedenheit geleitet, welche sich in den Eigenschaften des oxygenirt-salzsauren Gas zeigt, je nachdem es auf verschiedene Arten bereitet wird. Alle Untersuchungen anzuführen, die ich angestellt habe, würde zu umständlich seyn; ich wende mich daher sogleich zu den Haupt-Thatfachen, welche von den, den chemischen Ausschuss bildenden, Mitgliedern der königl. Societät beglaubigt worden sind.

*) Aus Davy's Handschrift übersetzt in der *Bibl. Britann.* Jun. 1811. und darnach frei bearbeitet von *Gilbert.*

Das mit *Manganes-Oxyd* bereitete oxygenirt-salzsaure Gas hat, wenn das Oxyd rein ist, stets einerlei Beschaffenheit, es mag mittelst Schwefelsäure und eines salzsauren Salzes, oder mittelst Salzsäure entbunden worden seyn, und man mag es über Wasser oder über Quecksilber aufgefangen haben. Die Farbe desselben ist blas-gelb; Wasser verschluckt davon ungefähr das doppelte seines Volumens und bleibt ungefärbt; die Metalle verbrennen darin leicht; es verbindet sich mit Wasserstoffgas, ohne die geringste Feuchtigkeit abzusetzen; und es hat gar keine Einwirkung weder auf Salpetergas, noch auf salzsaures Gas, noch auf gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd, noch auf schwefligsaures Gas, wenn diese Gasarten mit Sorgfalt getrocknet worden sind. Ich habe mich dieses oxygenirt-salzsauren Gas zu allen meinen Versuchen, die man in meinen beiden vorigen Abhandlungen findet, über die Verbindungen, welche dasselbe eingeht, bedient.

Das durch Einwirkung von Salzsäure auf sogenannte *überoxygenirt-salzsaure Salze* sich bildende Gas, ist dagegen in seinen Eigenschaften verschieden, nach Verschiedenheit der Art, wie es bereitet und aufgefangen wird. Nimmt man viel Säure und wenig Salz, und fängt das Gas über Wasser auf, so wird das Wasser citronengelb, und das Gas ist dasselbe, als das, welches aus Manganes erhalten wird. Nimmt man dagegen schwache Säure, und einen großen Ueberfluß an Salz, braucht ge-

ringe Wärme, und fängt das Gas über Quecksilber auf, so ist es sehr bestimmt und sehr glänzend grünlich gelb, und weicht in seinen Eigenschaften von dem über Wasser aufgefangenen Gas sehr ab. Nicht selten detonirt es beim Ueberfüllen aus einem Gefäße in ein anderes, wobei Wärme und Licht frei werden, und das Volumen des Gas größer wird; und es läßt sich mittelst einer geringen Wärme stets von selbst zum detoniren bringen, wozu nicht selten schon die Wärme der Hand ausreicht. Dieses Gas ist aus oxygenirt - salzsaurem Gas und Sauerstoff zusammengesetzt und mit ein wenig oxygenirt - salzsaurem Gas vermennt, wie aus dem Rückstande bei den freiwilligen Detonationen desselben erhellet, wobei es $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{3}$ seines Volums Sauerstoffgas hergiebt, seine glänzende Farbe verliert, und zu gewöhnlichen oxygenirt - salzsaurem Gas sich umstaltet. *)

Um mir dieses *detonirende Gas* rein zu verschaffen, versuchte ich es aus der Auflösung dessel-

*) Mein Bruder John Davy, der mir bei meinen chemischen Untersuchungen täglich auf eine sehr schätzbare Weise hilft, hatte oft Explosionen bemerkt, wenn er oxygenirt-salzsaures Gas, das er aus überoxygenirt-salzsaurem Kali bereitet hatte, über Quecksilber umfüllte, und er war geneigt, diese Explosionen dem Verbrennen des Quecksilberhäutchens, welches mit dem Gas in Berührung war, zuzuschreiben. Ich versuchte mehrmals umsonst diesen Erfolg zu erhalten; endlich glückte es mir, als ich bei dem Entbinden des Gas eine so schwache Säure genommen hatte, daß sie ohne Mithülfe der Wärme auf das Salz nicht wirkte; und hiebei überzeugte ich mich, daß diese Explosion eine Wirkung der Zersetzung des Gas ist. *Davy.*

ben im Wasser durch Wärme auszutreiben; dabei erfolgte aber eine partielle Zersetzung des Gas, und es entband sich Sauerstoffgas und oxygenirt - salzsaures Gas. Da ich fand, daß, wenn ich das Gas recht rein erhielt, es fast gar nicht auf das Quecksilber wirkte, so versuchte ich es durch Schütteln mit Quecksilber in einer Glasröhre von dem beigemengten oxygenirt - salzsaurem Gas zu trennen; es bildete sich dabei Calomel, und ich erhielt eine elastische Flüssigkeit, die von dem vierten Theile ihres Volumens Wasser fast ganz verschluckt wurde.

Wenn dieses Gas rein ist, so zersetzt es sich so leicht, daß es gefährlich ist, mit größern Mengen desselben zu operiren. Bei einem meiner Versuche detonirten 40 Kub. Zoll in einer Flasche aus dickem Glase, welche ich in den Händen hielt, mit Erzeugung von Licht und mit einer starken Explosion; das Glas zerbrach, und die Stücke wurden in große Entfernungen geschleudert.

Um dieses Gas zu *analysiren*, machte ich es in einer umgebognen Glasröhre durch die Wärme einer Weingeistlampe detoniren, und schied das dabei entbundne oxygenirt-salzsaure Gas durch Wasser ab. — Salpetergas zeigte, daß das zurückbleibende Sauerstoffgas rein war. Durch das Detoniren wurden 50 Maafs des detonirenden Gas zu 60 Maafs, und nach dem Verschlucken des oxygenirt-salzsauren Gas durch Wasser blieben 20 Maafs Sauerstoffgas zurück. Mehrere andre Versuche gaben ähnliche Resultate. Aus ihnen läßt

sich daher schließen, daß dieses Gas 2 Maafs oxygenirt-salzsaures Gas auf 1 Maafs Sauerstoffgas enthält, und daß sich darin das Sauerstoffgas um die Hälfte seines Volums verdichtet befindet; welches die Theorie der einfachen Mischungsverhältnisse und den von Hrn. Gay-Lussac mit so vieler Gelehrsamkeit entwickelten Gesetzen, nach denen gasförmige Flüssigkeiten sich unter einander verbinden, entspricht.

Ich habe bei einer andern Gelegenheit gezeigt, daß die Zahlen, welche die Proportionen darstellen, in welchen Sauerstoffgas und oxygenirt-salzsaures Gas sich mit einander verbinden, nahe 7,5 und 32,9 seyn möchten. Dieses neue zusammengesetzte Gas enthält ungefähr ähnliche Proportionen. *)

Der Geruch des detopirenden Gas hat, wenn es rein ist, Aehnlichkeit mit dem Geruch von gebranntem Zucker, dem der Geruch von oxygenirt-salzsaurem Gas beigemischt ist. — Wasser scheint davon das 8- bis 10fache seines Volums in sich auf-

*) In den *Philosophical Transactions* for 1810. p. 245. [oben S. 26] habe ich angegeben, daß 100 Kub. Z. oxygenirt-salzsaures Gas 74, bis 75 Grain wiegen. Dieses Gas war aus über-oxygenirt-salzsaurem Kali entbunden und über Wasser aufgefangen worden, und ich glaubte damals, es unterscheide sich von dem Gas, das mit Manganen erhalten wird, bloß durch größere Reinheit. Wahrscheinlich enthielt es etwas von dem neuen Gas. Von reinem oxygenirt-salzsaurem Gas wiegen 100 Kub. Z. ungefähr einen Grain mehr, oder zwischen 75 und 76 Grain. Nehmen wir diese Schätzung an, daß 100 Kub. Z. des neuen Gas 74 Grain wiegen, so ist die Zahl, welche die Proportion darstellt, in welcher das oxygenirt-salzsaure Gas sich verbindet, ein wenig höher als die oben angegebene. *Davy.*

zunehmen; doch wurde der Versuch über Quecksilber angestellt, welches einen Irrthum veranlassen könnte, obgleich das Quecksilber nicht auf dieses Gas zu wirken scheint. Das Wasser wurde dunkel-orangegelb.

Wenn ich 1 Maass dieses neuen Gas mit 2 Maass *Wasserstoffgas* detonirte, fand eine Absorption von mehr als ein Drittel Statt, und es bildete sich eine Auflösung von Salzsäure. War das detonirende Gas in Uebermaass, so wurde das Sauerstoffgas stets hinausgetrieben, welches beweist, daß der Wasserstoff eine größere Verwandtschaft zu dem oxygenirt-salzsäuren Gas als zum Sauerstoffgas hat.

Daß *Quecksilber* in der gewöhnlichen Temperatur auf das neue Gas nicht wirkt, wenn es möglichst rein ist, habe ich schon angeführt. *Kupfer* und *Spiesglanz*, die im oxygenirt-salzsäuren Gas so leicht verbrennen, hatten auf das detonirende Gas im Kalten keine Einwirkung; war das Gas aber zuvor erwärmt worden, so wurde es, sobald man diese Metalle hinein brachte, zerlegt, der Sauerstoff desselben wurde in Freyheit gesetzt, und in dem oxygenirt-salzsäuren Gas verbrannten die Metalle.

Als ich *Schwefel* in das detonirende Gas brachte, zeigte sich anfangs keine Wirkung; aber bald darauf entstand eine Explosion, und es verbreitete sich der eigenthümliche Geruch des oxygenirt-salzsäuren Schwefels. — *Phosphor*, der in das Glas in der niederen Temperatur gebracht wurde, bewirkte eine glänzende Explosion, und es entstand

Phosphorsäure und fester oxygenirt-salzaurer Phosphor. — *Arsenik* entzündet sich in dem Gas nicht; als ich aber das Gas zum detoniren brachte, verbrannte das Metall mit hellem Glanze in dem oxygenirt-salzsauren Gas. — Auch *Eisendraht* verbrannte in dem Gas nicht, bis ich es durch Hitze zum detoniren brachte, dann aber verbrannte er in dem zeretzten Gas mit hellem Lichte.

Als ich glühende *Kohle* in das Gas brachte, entstand ein Blitzhelles Licht, und darauf verbrannte die Kohle dunkelroth glühend, welches unstreitig auf die Einwirkung des dem oxygenirt-salzsauren Gas beigemengten Sauerstoffgas beruhte.

Wird das detonirende Gas mit *Salpetergas* vermengt, so entstehen rothe Dämpfe und Raumverminderung. — Vermischt man es mit *salzsaurem Gas*, so vermindert sich das Volumen allmählig, und schnell, wenn man Wärme zu Hülfe nimmt; es entsteht oxygenirt-salzsaures Gas, und an den Wänden des Gefäßes setzt sich etwas Thau ab.

Aus diesen Versuchen läßt es sich erklären, woher es kömmt, daß verschiedene Schriftsteller dem oxygenirt-salzsauren Gas verschiedene Eigenschaften beigelegt haben. Daß man bisher das detonirende Gas noch nicht aufgefangen hatte, rührt daher, weil man das Product der Zersetzung des überoxygenirt-salzsauren Kalis durch Salzsäure stets über Wasser ansammelte, und bevor das Wasser

nicht mit dem detonirenden Gas völlig geschwängert ist, erhält man dabei bloß oxygenirt-salzsaures Gas. Ein andrer Umstand, der verhindert haben mag, daß man dieses Gas nicht früher entdeckt hat, kann darin liegen, daß man eine zu starke Säure genommen hat.

Das detonirende Gas hat die Eigenschaften, welche Hr. Chevenix in seiner gründlichen Abhandlung über die oxygenirte Salzsäure der überoxygenirten Salzsäure zuschreibt, und es beweist sich daraus die Richtigkeit seiner Vermuthung, daß eine Verbindung von oxygenirt-salzsaurem Gas und Sauerstoff für sich zu bestehen vermöge. Die Explosionen, welche erfolgen, wenn man die Producte des überoxygenirt-salzsauren Kali zu erhalten sucht, rühren offenbar von der Zersetzung dieses neuen, durch seine Eigenschaften ausgezeichneten Gas her.

Diese neuen Thatfachen bestätigen, wie es mir scheint, alle Schlüsse, welche ich über die *Unzersetzbarkeit des oxygenirt-salzsauren Gas* gemacht habe. Enthielte das oxygenirt-salzsaure Gas Sauerstoff, so wäre nicht wohl zu begreifen, wie das neue Gas dem salzsauren Gas, welches schon Sauerstoff innig gebunden enthalten soll, noch mehr Sauerstoff abtreten könnte; aus der Hypothese, daß die Salzsäure eine Verbindung von Wasserstoff und oxygenirt-salzsaurem Gas ist, erklären sich dagegen alle Erscheinungen genügend. Wenn die Eigenschaft der verbrennlichen Körper, in oxygenirt-salzsaurem

Gas zu verbrennen, auf der Gegenwart von Sauerstoff beruheten, so müßten alle diese Körper in dem neuen Gas mit mehr Energie als in jenem verbrennen; aber Kupfer, Spießglanz, Arsenik, Eisen und Schwefel wirken auf dasselbe gar nicht, bis es sich zerlegt, und dann wirken sie nach ihrer eigenthümlichen Verwandtschaft zum Sauerstoffgas und zum oxygenirt-salzsauren Gas.

Wenn Sauerstoffgas und oxygenirt-salzsaures Gas zu derselben Klasse von Körpern gehören, so kann ihre gegenseitige Verwandtschaft nur sehr klein seyn; und so ist es in der That. Sie werden durch Verwandtschaft zu jedem andern Körper von einander getrennt, und durch einen geringen Grad von Wärme werden sie dahin gebracht, einander zurück zu stoßen.

Das lebhafteste uns bekannte Verbrennen wird durch Verdichtung von Sauerstoffgas oder von oxygenirt-salzsaurem Gas hervorgebracht. In den hier beschriebenen Versuchen entsteht dagegen eine heftige Explosion mit Wärme und Licht dadurch, daß diese beiden Gasarten sich expandiren und trennen, welches ein ganz neuer Umstand in der physikalischen Chemie ist.

Das neue Gas zerstört die trocknen Pflanzenfarben, verwandelt sie jedoch zuvor ins Röthliche. Dieser Umstand, und die große Verschluckbarkeit desselben durch Wasser, machen mich der Meinung des Hrn. Chevenix geneigt, daß es sich der Natur einer Säure nähere. In dem überoxygenirt-

salzsauren Kali ist es wahrscheinlich mit dem Peroxyd des Kaliums verbunden.

Dafs das oxygenirt-salzsaure Gas und das Sauerstoffgas sich unter den hier beschriebenen Erscheinungen mit einander verbinden und wieder von einander trennen lassen, scheint mir die Meinung zu bestätigen, dafs sie zwei verschiedene Substanzen sind, welche einige Analogie haben. Die Hypothese, dafs das salzsaure Gas aus Sauerstoff und einer Basis besteht, läfst sich unstreitig vertheidigen, doch nicht minder die Annahme, dafs die Bestandtheile dieses Gas Wasserstoff und oxygenirte Salzsäure sind.

Das oxygenirt-salzsaure Gas ist bisher so wenig als das Sauerstoffgas zersetzt worden. Folgender Versuch, den ich vor einiger Zeit angestellt habe, ist der Meinung, dafs es Sauerstoff enthalte, eben so sehr entgegen, als die meisten derer, die ich in meinen vorigen Abhandlungen angeführt habe. Ich trieb durch eine bis zum Glühen erhitzte Röhre aus grünem Glase Dämpfe des festen oxygenirt-salzsauren Phosphors zugleich mit Sauerstoffgas; beide zerletzten sich, und es entstand Phosphorsäure und oxygenirt-salzsaures Gas. Enthielte aber der oxygenirt-salzsaure Phosphor Sauerstoff, so wäre der Grund einer solchen Zersetzung nicht einzusehn, indess sie sich sehr leicht erklären läfst, wenn man das oxygenirt-salzsaure Gas für ein chemisch-einfaches Wesen nimmt: der Sauerstoff hat zum Phosphor eine grössere Verwandtschaft als zum oxygenirt-salzsauren Gas, folglich mufs er

den Phosphor diesem letztern, wenn er an dasselbe gebunden ist, entreißen.

Da das neue Gas in seiner reinsten Gestalt von glänzend gelber Farbe zu seyn scheint, so läßt sich der Name desselben nicht unschicklich von dieser Eigenschaft und von der Beziehung entlehnen, worin es zu dem oxygenirt-salzsäuren Gas steht. Da ich dieses letztere *Chlorine* genannt habe, so schlage ich für diesen neuen Körper den Namen *Euchlorine* vor, von *eu* und *χλωρος* *). Uebrigens lege ich keinen großen Werth auf diesen Theil der Nomenclatur, und ich bin sehr geneigt, jedem andern Namen den Vorzug zu geben, welcher den gelehrten Chemikern dieser Societät scheinen sollte der am meisten passende zu seyn.

*) Beide Namen bedeuten *sehr gelb*.

Davy.

IV.

*Ueber die Bewegungen sogenannter Pendel, in
Beziehung auf zwei der neuesten Schriften über
diesen Gegenstand,*

V O N

D O C T O R H E N A R D ,

Stadtarzt in Mainz. *)

Bekannt mit den ältern und neuern Versuchen und
Schriften über diesen Gegenstand, würde ich im
Jahre 1811 keine Versuche mehr mit sogenannten
Pendeln angestellt haben, wäre ich nicht dazu
durch eine Schrift des Herrn Professors Gerboin
in Straßburg veranlaßt worden. Ihr Titel ist:
*Recherches expérimentales sur un nouveau mode
de l'action électrique par Ant. Cl. Gerboin,
Professeur de l'école spéciale de médecine de*

*) „Ich darf mich, schreibt mir der Herr Verf., einiger-
maßen als ein Opfer des Pendelschwindels ansehen, wor-
an seit Ritter nicht wenige krank gewesen sind, in-
dem zwei neuerschienene Schriften über diesen Gegen-
stand mich veranlaßt haben, demselben sehr viel Zeit
aufzuopfern, in welcher ich endlich zu nichts, als zu ne-
gativen Resultaten gelangt bin. Diese glaube ich Ihnen
für Ihre Annalen, aus denen ich so manche Aufklärung ge-
schöpft habe, als Bestätigung der von Ihnen aufgestellten
Grundsätze, und dem Publikum zur Warnung mittheilen
zu müssen. Ich kenne weder Hrn. Gerboin noch Hrn.
Spindler, und meiner Kritik ist jede andre Beziehung
fremd, als die auf Willensschaft.“ G.

Strasbourg, membre de plusieurs sociétés savantes. Strasbourg 1808. gr. 8. 360 S. u. 1 Kupftl. Die Jahrzahl, der Name und die Stelle des Verfassers machten meine Aufmerksamkeit rege. Ich dachte, ein geachteter Professor an einer medicinischen Spécialschule Frankreichs würde sich mit dem Schwefelkies-Pendel und ähnlichem nicht befassen, am wenigsten aber ein 360 Seiten starkes Buch darüber und *dafür* geschrieben haben, wenn er nicht Beweise hätte liefern können.

Ich ließ mir Gerboin's Werk kommen und machte selbst alle seine Versuche nach, mit Pendeln, die ich ganz nach seiner Vorschrift und nach seinen Maassen und Gewichten von einem guten Drechsler aus Holz und aus Kupfer hatte verfertigen lassen. Alle Versuche gelangen nach Wunsch; das Pendel ging in meiner Hand, wie es bei den Menschen schwingt, welche, nach Hrn. Gerboin, die *qualité expansive* besitzen. Einer meiner Freunde, Herr N., hatte in dem nämlichen Sinne die *qualité perturbatrice* des Hrn. Gerboin. Die meisten meiner Freunde aber, welche mit festem Arm und Leibeskraft versehen sind, hielten das Pendel Viertelstunden lang, ohne daß es anschlug. Nach dem nämlichen Schriftsteller schadet dieses der wichtigen Entdeckung der Pendelschwingung Nichts, welche derselbe im Jahre 1798 zu Paris gemacht haben will, und hier als sein Eigenthum, namentlich gegen Ritter, vindicirt. Denn das Pendel bewegt sich unter den Fingern von Personen

nicht, welche die *qualité compressive* besitzen. Meine Freunde, bei welchen das Pendel nicht schwang, gehörten also in diese Kategorie.

Ich wiederholte nach und nach theils für mich allein, theils in Gesellschaft mehrerer Aerzte und Physiker, den größten Theil der Versuche, welche das angeführte Buch, 253 an der Zahl, enthält. Sie gelangen mir beständig, doch blieb mir der Wunsch, die Wahrheit und Nothwendigkeit des Erfolgs noch näher zu prüfen. Meine gelehrten Freunde hegten das nämliche Verlangen, und es war nicht schwer, die Gelegenheit dazu zu finden. Ich wählte auf Gerathewohl den 200ten Versuch des Herrn Gerboin, der folgendermaßen lautet:

„Hält man das Pendel über ein vom Stengel, oder vom Blattstiele oder von der Wurzel einer Pflanze abgeschnittenes Stück, es sei von welcher Länge es wolle, (wenn es nur noch mit seiner Rinde versehen ist, und auf beiden Seiten eine ebene durchschnittenene Fläche hat,) so schwingt das Pendel über der Seite, welche in dem natürlichen Zustande der Pflanze nach oben gerichtet war, von der Linken zur Rechten (*oxygene Richtung*); über der Durchschnittsfläche aber, welche der Natur der Pflanze nach, nach unten gerichtet war, bewegt sich das Pendel von der Rechten zur Linken (*hydrogene Richtung*).“

Dieses Versuches muß man sich also bedienen können, um z. B. von einer gegebenen Wurzelscheibe bestimmen zu können, welche Seite nach oben und welche nach unten gerichtet war. Dies bestimmte mir mein Pendel auch immer richtig, wenn ich mir selbst die Scheibe geschnitten und unter das Pendel gelegt hatte; keineswegs aber, wenn

eine andere Person, ohne mein Wissen, die Wurzelfscheibe unter mein Pendel brachte; in welchem Fall es nur selten so schwang, wie es sollte, oder meistens falsche Resultate gab.

Diese Versuche wurden von mir oft und lange mit Geduld und in Hoffnung eines günstigen Erfolgs wiederholt. Sie entsprachen meiner Erwartung nicht. Ich freute mich zu sehr, daß das Pendel über Wasser oder über Glas, welches ich magnetisirt hatte, nicht mehr kreisförmig, sondern der Länge nach schwang. Ueber einem Glase voll electrifirtem Wasser stand das Pendel unbeweglich still. Ich hätte beinahe geglaubt, etwas Neues in dem Neuen gefunden zu haben. Ich nahm sechs gleiche Gläser voll Wasser, magnetisirte eins, ein anderes wurde mit Glaselectricität geschwängert, und nun versuchte ich, mit meinem Pendel das magnetisirte Wasser zu finden. Allein es schwang über einem andern Glase, als diesem, in gerader Linie.

Gerboin's Versuche erschienen mir nun auf einmal in einem nachtheiligen Lichte. Ich sah mich daher nach einem Haupt-Versuche um, mit welchem ich diesen Schriftsteller, welcher die Pendelschwingungen der *organischen Electricität* zuschreibt, mit seinen eignen Waffen schlagen und widerlegen könnte.

Glas und weiße oder ungebleichte Seide isoliren, wie Hr. Gerboin sagt, die organische Electricität, und können nicht zu Pendelversuchen dienen. Das Pendel bewegt sich nicht, wenn es von gemeinem Glas ist (143ter Versuch). Es schwingt nicht, wenn es an

einem weissen Seidenfaden hängt (130ter Versuch). Läßt man den Faden des Pendels über einen *wohlbefestigten* Glasstab laufen, um welchen er einige Mal umher geht, so wird die Bewegung des Instruments sehr schwach und in gewissen Fällen null seyn (141ter Versuch). Wickelt man den Faden, woran das Pendel hängt, um das letzte Glied eines Fingers, den Mittelfinger ausgenommen, so geräth das Pendel in Schwingungen, welche um so stärker sind, je näher sich der Faden an der Spitze des Fingers befindet (21ster Versuch).

Zu diesen vier Versuchen erfann ich einen neuen, den ich meinem Freunde Hrn. Gasc, Professor der physikalischen Wissenschaften an der Academie zu Mainz, als ein Prüfungsmittel der Gerboin'schen Versuche vorschlug, und den dieser für passend und zweckmäsig erklärte, daher ich ihn sogleich zur Ausführung brachte.

Ich machte mir ein Pendel von Glas, an einem 8 Zoll langen weissen Seidenfaden hängend, und befestigte das obere Ende dieses Fadens an eine Schuhlange Barometerröhre durch einige Umwindungen. Diese Röhre nahm ich an ihrem andern Ende zwischen die Spitzen des Daumens und Zeigefingers meiner rechten Hand, und hielt sie horizontal, so daß das gläserne Pendel 2 Zoll hoch über einem Conventioenthaler hing; es kam, wie die andern Pendel, zum schwingen, nicht nur über Metall, sondern sogar über einer runden Glascheibe von 3 Zoll Durchmesser. Dieses letztere widerspricht auch noch dem 150sten und 179sten Versuche, die überdißs unter sich selbst im Widerspruche sind. —

Die Barometerröhre, um welche, als meinen verlängerten Fingern, der seidene Faden des Pendels gewickelt war, leitete folglich die organische Electricität, welche doch durch Glas isolirt wird, wie Hr. Gerboin S. 197. sagt; auch Seide und Glas können zum Pendelinstrument dienen, und dieses schwingt über einer runden Glascheibe so gut, wie über einer Zink- oder Silberplatte; welches alles nach unserm Schriftsteller nicht seyn dürfte.

Nach diesen Versuchen halte ich mich für überzeugt, daß das Pendel nur durch den Einfluß in Schwingungen geräth, welchen die Augen unmerkelt auf die Fingerspitzen der frei gehaltenen Hand äußern. Indem das Sehorgan unaufhörlich die Peripherie des unter dem Pendel liegenden Körpers umläuft, theilt sich unmerklich dieselbe Bewegung den Fingerspitzen mit, eine Erklärung, welche Hr. Pfaff uns in Hrn. Gilbert's interessanten Annalen (27ster Band Seite 45 u. f.) mitgetheilt hat. Daraus lassen sich, wie es daselbst geschieht, alle Erscheinungen des Pendels erklären. Was sich daraus nicht ableiten läßt, ist Täuschung, die in solchen Dingen leicht möglich ist.

So gern ich es gesehen hätte, Gerboin's Sätze hätten sich als wahr bewährt, weil man aus ihnen die thierische Electricität, (gemeinlich der thierische Magnetismus genannt,) gegen jeden Zweifler hätte beweisen können, mit eben so viel Vorliebe und Erwartung nahm ich in die Hand

Herrn Professor Spindler's Werk: *Ueber das Princip des Menschenmagnetismus. Nürnberg 1811. 102 Seiten. 8.*, worin ich wichtige Aufschlüsse über den immer mehr in Aufnahme kommenden Magnetismus zu finden hoffte, dessen nützliche Anwendung in Krankheiten ich selbst, nach langem Zweifeln, erprobt habe.

Der Herr Verfasser theilt den Menschenmagnetismus in drei Hauptformen: 1) den *Metallanthropismus*; 2) den *Anthropometallismus* und 3) den *Anthropismus*. Da blos sein Anthropometallismus in diesen Aufsatz gehört, so übergehe ich die Definitionen der ersten und dritten Hauptform, wovon die erste das Metall- und Wasserfühlen, die andere den thierischen Magnetismus unter sich begreift. Was die zweite betrifft, so setze ich hieher Herrn Spindler's eigne Worte aus der Vorrede: „atens der *Anthropometallismus*, wo der Mensch, „mit Zurechnung einer glücklichen vorzüglichen „Organisation, durch seinen Willen die großen „Formen der Natur bestimmen kann, und sie die „Qualität seiner Spontanität ausdrücken müssen; „dahin rechnen wir z. B. Pendelschwingungen.“

„Die Principien der Medicin, sagt Hr. Spindler, reichen nicht hin, die Sache bearbeiten zu können, weil der Stand der Männer, die in unserer gegenwärtigen Zeit die theoretische Medicin (Physiologie überhaupt) bearbeiten, noch zu beschränkt ist.“ Deswegen ist die Tendenz der Schrift des Herrn Spindler's naturphilosophisch. Die

Pendel-Erscheinung ist nach ihm eine der seltensten Formen, die der Physik angehören. Siehe S. 126. — Unsere jetzigen Physiologen mögen sich selbst gegen die Vorwürfe des Verfassers vertheidigen; ich beschäftige mich hier allein mit den Bewegungen des Pendels, als dem einzigen Gegenstande dieser Abhandlung.

Aus meinen oben angegebenen Versuchen, so wie aus dem, was bereits in den Annalen des Hrn. Gilbert verhandelt worden ist, geht hervor, daß die Pendelschwingungen nicht von der Natur der Körper abhängen, welche man dazu anwendet. Auch ist das Pendel nicht Folge-Verhältniß des Willens, wie sich Herr Spindler S. 149. ausdrückt. Nähme man nämlich an, daß der Wille, als in Handlung übergehend, bei den Pendelschwingungen thätig wirke, so gehören die Pendelschwingungen nicht in die Physik; sondern in die Klasse aller übrigen willkührlichen Handlungen; von welchen hier die Rede nicht seyn kann. Der Wille als Wollen und als Gegensatz, des thätigen Verhinderns, muß zwar denjenigen, der das Pendel hält, bestimmen, so zu handeln, daß Pendelbewegung hervorgerufen werden kann und ihn ermahnen; alles zu vermeiden, was diese Bewegung aufhalten oder hindern könnte. Allein dieser Wille bestimmt die Bewegung nicht. Ja man muß sogar die Hand so fest als möglich, aber frei halten. Wenn derjenige, welcher das Pendel hält, *durch seinen Willen allein die grossen Formen der Natur bestimmen und*

Pendelschwingungen hervorrufen könnte, so müßte das Pendel auch schwingen, wenn man demjenigen, der es hält, die Augen verbindet oder sie nur schließen löst, oder wenn man durch Berührung oder andere Sinnesreize seine Aufmerksamkeit ableitet, welches nach Herrn Gerboin keineswegs der Fall ist. Das Auge folgt vielmehr der Peripherie des Körpers, über welchen das Pendel gehalten wird, und unsere Fingerspitzen, an ähnliche Bewegungen bei kleinen Arbeiten, Schreiben, Zeichnen, oder beim weiblichen Geschlechte beim Stricken und Nähen gewöhnt, ahmen diese Bewegungen des Sehorgans unmerklich nach. Sie ertheilen dadurch dem Pendel eine Bewegung, die endlich durch Ausdauer in regelmäßige Schwingungen übergeht. Doch geschieht dieses nur bei schwächlichen oder weniger starken Menschen, fast niemals bei kräftigen und mit einer dauerhaften Constitution versehenen Personen, wie ich im Eingange dieses erwähnt habe. Das Pendel schwang nie in den Fingern eines meiner Freunde, der sich in dem letzten Falle befindet, obgleich er in seinen Arbeiten große Kunstfertigkeit besitzt. Also schwingt das Pendel auch keineswegs bei Menschen, welchen die Natur eine glückliche vorzügliche Organisation gegeben hat, wie Herr Spindler meint. Je schwächer und reizbarer die Person ist, welche das Pendel hält, desto eher geräth es in Schwingungen. Daher schwang mein Pendel in der Hand mehrerer Frauenzimmer in Kreisen von außerordentlichen Durchmessern.

Auch das besondere Ding, worüber, als einem zweiten Polarpunkte, das Pendel nach demselben Verfaßer schwingt, wirkt nicht als Factor bei der Pendelschwingung. Mein Pendel geräth in Schwingungen über Metall, wie über Glas, und auch über einem in den Staub des Bodens gezeichneten Kreise. Die Bewegung, welche mein Pendel über den nämlichen Körpern annahm, war, wenn ich ihre Natur nicht kannte, sich niemals gleich.

So hätte also der *Anthropometallismus* keinen neuen Namen, an welchen unser Zeitalter ohnedies einen ungeheuern Reichthum hat, verdient, nachdem schon vor vier bis fünf Jahren so viel Wahres in den Gilbert'schen Annalen über Pendelschwingung gesagt worden ist. Nur zur Warnung hätte Herr Spindler, welchem Gerboin's Werk unbekannt zu seyn scheint, seinen Zuhörern (auf deren Zureden diese naturphilosophische Erklärung des Magnetismus als Vorlesung entstand,) von den zeitfressenden Pendelversuchen reden sollen. Denn sie liefern gar kein genügendes Resultat und müssen als ein ganz gescheiterter anthropologischer Versuch angesehen werden. So habe ich mich für meine Person insbesondere gar sehr über den Verlust an Zeit zu beklagen, welchen ich durch die Wiederholung der Gerboin'schen Versuche und durch Anstellung der Gegenversuche erlitten habe.

Eben so sehr bedaure ich es, den *thierischen Magnetismus* durch Herrn Professor Spindler mit den Pendelversuchen in eine Klasse gestellt zu

sehen. Die Realität der thierischen Electricität in physiologischer und therapeutischer Hinsicht tritt täglich in hellerem Lichte hervor, und Herr Spindler selbst erkennt sie an; ja die größten Physiologen und Aerzte fangen jetzt an, dafür zu schreiben. Und doch setzt das mehrerwähnte Buch die thierische Electricität mit den Pendelversuchen in eine Reihe!

Als die einzige Frucht meiner Pendelversuche sehe ich die Beobachtung an, daß das Pendel, gegen entblößte Theile nervenschwacher Menschen gehalten, daselbst gewisse Sensationen erregt, welche der thierischen Electricität zuzuschreiben sind. Nervenschwache fühlen Kälte, Wärme, ja sogar brennende Hitze, wie von einer Kohle, welche sich über ihre Haut in aller Richtung bewegt, in welcher das Pendel schwingt. Eine Dame, welche für die thierische Electricität sehr empfänglich ist, bekommt Schluchzen, wenn mein Pendel über ihrer Hand schwingt. Ein anderes nervenkrankes Frauenzimmer, welches eine hauchartige Wärme aus meinen Fingerspitzen an den verschiedenen Theilen ihres Körpers spürt, gegen welche ich sie in der Entfernung von mehreren Zollen richte, wird nach einer halben Minute von allgemeinen Krämpfen befallen, wenn ich das Pendel über irgend eine Stelle ihres Körpers halte. Es versteht sich, daß das Pendel hier nicht von idioelectrischen Körpern gemacht seyn und an keinem weißen Seidenfaden hängen darf.

Der Leser verwundere sich nicht, daß ich mich des Ausdrucks *thierischer Electricität*, statt *thierischen Magnetismus*, bediene. Meine Gründe dafür beziehen sich theils auf physikalische, theils auf anthropologische Phänomene. Die Sprache versteht unter Magnet das magnetische Eisen. Da der Mensch kein Eisen ist und seyn kann, kann es auch keinen Menschen-Magnetismus geben. An *Somnambulen* bemerkt man ohnedies keine Pole; auch können sie durch Glas, Harz und Seide isolirt werden, da die Kraft des Magnets durch Glas durchwirkt. — Die sogenannten idioelectrischen Körper, auf Somnambulen und *Cataleptische* angewandt, deuten eher auf eine der Electricität ähnliche Flüssigkeit, als auf Magnetismus hin. Ich bemerke hier, daß die Cataleptis Erscheinungen darbietet, welche alle Aerzte, bis auf den sel. D. Petetin von Lyon, übersehen haben, und welche beweisen, daß Cataleptische in ihrem Anfalle natürliche, d. h. ohne Kunst und ohne Manipulation, durch Krankheit gebildete Somnambulen und Clairvoyanten sind, wie es außer Petetin auch Herr Pelschier, ein Arzt aus Genf *), und ich selbst zwei Mal beobachtet haben. Auch der berühmte Professor und Physiologe, Herr Dumas in Montpellier, erzählt einen ähnlichen Fall in einem pariser medicinischen Journale. Ich nahm wahr, wie eine Cataleptische durch eine 15schuhige befeuchtete Schnur hörte, welche man mit ihrer Herzgrube in

*) Laut seines Briefs an mich vom J. d. Jahres.

in Verbindung brachte, während man auf das andere Ende derselben im Hofe sprach, obschon die Schnur durch das verschlossene Fenster durchlief und die Kranke ohne Gehör, kurz, ohne Sinn war, wie ich und ein anderer Arzt, Herr D. Westhoffer, uns durch mehrere Versuche vollkommen überzeugt hatten (?) — Doch hiervon mehr in einer eigenen Schrift.

Was die Benennung *Mesmerism* betrifft, so halte ich sie für unzweckmäßig, weil schon vor Mesmer durch thierische Electricität geheilt worden ist und auch der Name manchem verdächtig klingt. Schon im Jahre 1701 lehrte Balthasar Krysiagius durch Berührung des Ohres mit den Fingerpitzen das Zahnweh heilen (s. seine Dissertation *de odontalgia tactu sananda. Kiliae 1701.*), und erzählt daselbst viele in den ältesten Zeiten durch Berührung bewirkte Heilungen. Gerboin nennt den thierischen Magnetismus die Berührungs-Medicin, *la médecine des attouchemens*.

Sehr anstößig fand ich den Ausdruck der neuesten Spindler'schen Schrift (über das Princip des Menschen-Magnetismus), daß *der Glaube* (in Beziehung auf unsere Forschung, sagt Herr Spindler) *ein Zweig des thierischen Magnetismus sey!* Wie kann ein Professor an einer der ersten deutschen katholischen Akademien mit einer solchen Aeußerung vor das Publicum treten? Sind Kraft, Wille und Gefühl eins? Das Mädchen von Strahlungen, von welchem Herr Spindler erzählt, daß sie alles,

was man lateinisch zu ihr sprach, verstand, und eine ganze Reihe von Handlungen ganz vollkommen den Befehlen gemäß unternahm, war darin den Cataleptischen gleich, die, wie Petetin beobachtete, [?] von den Gedanken der sie umgebenden Personen unterrichtet seyn können und Fragen beantworten, welche man erst an sie thun will.

Ich verlasse diesen nicht hierher passenden Gegenstand, auf welchen ich in einer besondern Schrift zurückzukommen gedenke. Es ist sicher, daß die Cataleptis von den Aerzten bis jetzt noch nicht genug gekannt war. Die merkwürdigste Erscheinung dieser Krankheit, welche ans Wunderbare gränzt, verdient die größte Aufmerksamkeit von Seiten der Aerzte, ich meine die Fähigkeit, bei Unterdrückung aller Sinne, auf der Herzgrube und an den Finger- und Zehenspitzen Sinnes-Eindrücke zu empfangen.

A N H A N G,

die Wirkung der Electricität und des Magnetismus auf die Mimosa pudica und einen Versuch von Gruithuisen betreffend.

(Aus einem Schreiben des Verf. an den Herausgeber.)

Mainz d. 25. Aug. 1811.

Seit einigen Tagen beschäftige ich mich mit Versuchen über den Einfluß der Glaselectricität auf die *Mimosa pudica*. Ich weiß, daß ich hierin tüchtige Vorgänger. ältere und neuere, gehabt habe; allein ich zweifle, ob

sie sich einer so starken Electricität bedienen, wie sie meine Maschine giebt. Sie ist nach der großen Maschine im teylerischen Museum zu Haarlem verfertigt, ihre zwei Scheiben haben jede 33 Pariser Zoll Durchmesser, und der gewöhnliche Funke ist 7zöllig. — Electricität ohne Schlag und electriche Ausströmung ohne Erschütterung und schnelle Bewegung durch Anziehen und Abstoßen der Blätter scheinen mir bis jetzt nicht auf diese Pflanze zu wirken. — Bringt man die Blättchen zwischen einen kräftigen Hufeisen-Magnet und ein Stück Eisen, und diese einander in die größte Nähe, ohne das zärtteste Blättchen der Pflanze zu berühren, so bleibt dieses unverändert. — Die symmetrischen Bewegungen der kleinen Blättchen, welche Ritter (im Schweiggerischen Journale) annahm, sind unrichtig. Wenn man das unterste Ende der Blättchen ganz nahe am gemeinschaftlichen Ende mit einer recht feinen Spitze, z. B. mit einem Haare von Glas, berührt, so legt sich das einzelne Blättchen zu und das entgegenstehende bleibt ruhig stehen. Doch mehr davon künftig.

Ich las neulich, Gruthuysen habe beobachtet, daß der frei hängende Wassertropfen, beim Annähern einer Metallkugel sich um seine Axe bewege. Ich machte dieses Experiment sogleich mit meinem Schwager, D. Peez, nach; allein die Wassertropfen hingen unbeweglich, sie mochten rein oder mit braunem Pulver verunreinigt seyn, wenn wir auch die Metallkugeln noch so nahe brachten.

So fallen viele neue Entdeckungen wieder in das Nichts zurück, aus dem sie die Neuerungsucht der Menschen herausgerissen hatte.

Dr. Renard.

V.

Ueber

*die Unstatthaftigkeit der electrischen Telegraphen
für weite Fernen,*

von

C. I. A. PRÄTORIUS,

Prém. Lieut., gewesenem *) Lehrer beim königl. Sächsl.
Cadettencorps.

Im neuen Journal für Chemie und Physik, herausgegeben von Dr. Schweigger, Nürnberg 1811. Bd. 2. Heft 2. S. 217. befindet sich eine Abhandlung über Sömmerring's electrischen Telegraphen, worauf mich ein bekannter Gelehrter durch ein gütiges Schreiben mit der Bedeutung aufmerksam machte, als könne dieselbe ihm wichtig scheinende Erfindung, auf mein in Dr. Krause's Tagblatt des Menschheitslebens No. 47. vorläufig angezeigtes, nun bald erscheinendes Werk *über Telegraphie*, einigen abändernden Einfluß haben. Da schon ein Gelehrter, und zwar ein Physiker, sich beim flüchtigen Durchlesen von dieser neuen Idee angezogen fühlte, um wie viel mehr könnte nicht ein in den mathematisch-physikalischen Wissenschaften Ungeweihter für das Sonderbare ein Interesse fassen; und hat dieser gerade viel Einfluß auf Staatsgeschäfte, so dürfte sie leicht einer reellern, aber minder pomphaft angekündigten Erfindung in den Weg treten und, was den allgemeinen Eingang derselben betrifft, ihr nachtheilig werden. Dieses hat mich bestimmt, jene Ab-

*) Nach einer im verflossenen Sommer 1811 neu verbesserten Organisirung des Cadettencorps ist die von mir zeither bekleidete Stelle eines Lehrers der Physik, als einer diesem Corps überflüssigen Wissenschaft, gänzlich eingezogen worden.
Prätorius.

handlung mathematisch zu beleuchten, und das Sortierbare und Unausführbare, in Hinsicht auf die praktische Anwendung, dem Publikum zur weitem Prüfung vor Augen zu legen. Voran gehe eine kurze Beschreibung des S ö m m e r i n g'schen Apparats.

Zur Electricitätserregung bedient sich Hr. S ö m m e r i n g der Voltal'schen Säule. 35 Metallstäbchen (die 25 Buchstaben und 10 Zahlzeichen bedeutend) sind nebeneinander mit kleinen Zwischenräumen in horizontaler Lage so auf ein Gestell gelegt, daß von dem einen Ende eines jeden Stäbchens ein Messingdraht ausläuft, welcher sich in einiger Entfernung wieder an einen goldenen Stift anhängt, dessen Spitze in einem mit Wasser gefüllten Glaskasten ausläuft. Es müssen daher eben so viel Goldstifte in dem Kasten seyn, als Stäbchen sind, und sie haben dieselbe Bedeutung, als die Stäbchen. Wird nun z. B. von der Säule das Hydrogen-Ende mit dem Stäbchen k und das Oxygen-Ende mit dem Stäbchen r verbunden, so wird auch in dem Augenblick der Goldstift k und der Goldstift r in dem Wasserkasten, ersterer Hydrogen- und letzterer Oxygen-Gas entbinden. Sonach könnte man auf eine Entfernung einem andern eine Nachricht durch das Aufeinanderfolgen einzelner Buchstaben mittheilen.

Dieses ließe sich, meiner Meinung nach, höchstens auf Entfernungen von 1000 Fuß bewirken. Herr S ö m m e r i n g will aber auf diesem Wege eine Nachricht auf 22827 Pariser Schuh oder eine deutsche Meile und noch weiter fortleiten, und giebt am angef. Orte S. 227. wörtlich folgende Einrichtung dazu an:

„Sowohl um die unmittelbare, alle Wirkung vernichtende Berührung, als unvermeidliche Verwirrung von 35 einzeln neben einander liegenden Drähten zu verhüten, zugleich dieselben in den kleinsten Raum zusammen zu bringen und gerade wie ein einfaches Seil zu behandeln, und doch zugleich alles Ueberspringen der Electricität von einem Drahte zum andern zu verhüten, ist die Hohlung jedes einzelnen Drahtes nothwendig. Diese Isolirung erreicht man durchs Ueberspinnen mit Seide so vollkommen, daß man sogar nachgehends dieses aus 35 Drähten bestehende Seil mit

„einem Firniß stark überziehen kann, somit vor aller „Oxydation aufs dauerhafteste zu schützen vermag.“

Da nun durchs Zusammenfügen einzelner Stücken des Seils, wegen der Isolirung an den Fugen und wegen der unvermeidlichen Verwechselung der benannten Drähte, es durchaus nicht möglich ist, das Seil Stückweise bis zu einer Meile zu verlängern; so mußte dasselbe nothwendig aus dem Ganzen gemacht werden. Und hierzu würde Claviersaiten-Draht von No. 1. erfordert werden. Davon wiegt aber 1 Pariser Fuß 12 Gran; mithin würden dazu erfordert werden $22827 \times 12 \times 35 = 9587340$ Gran oder 1143 Pfund 6 Drachm. 6 Gr. So schwer würde allein das Metall des Seils seyn müssen; das Gewicht der Seide zur Umspinnung der einzelnen Drähte ist dabei noch nicht gerechnet, welches auch noch $\frac{1}{2}$ Centner betragen dürfte.

Nun frage ich Herrn S ä m m e r r i n g, auf welcher Seilerbahn er sein meilenlanges Seil aus den 35 Drähten will zusammendrehen lassen, da man schon zum Ueber-Spinnen der einzelnen Drähte zu einer solchen Länge keine Vorrichtungen hat? Ferner, wie er ein 11 Centner schweres und dabei so langes Seil handhaben will, um dasselbe in den Leitungs-Canal zu legen? und noch mehr, wie er das ganze Seil eine Meile lang durch gläserne oder thönerne Röhren durchführen will, um es in der Erde gehörig zu isoliren?

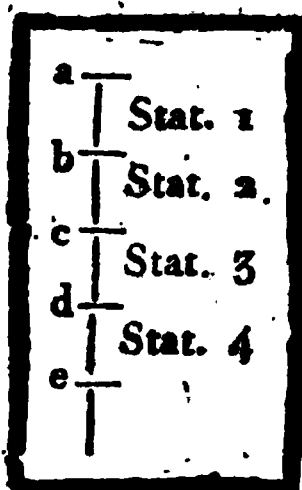
Ich will diese Aufgabe zu lösen suchen.

Ich nehme an, daß der Canal gegraben, das Seil gefertigt und auf einen Cylinder aufgewunden wäre, so würde der Cylinder von 1 Fuß Durchmesser und 6 Fuß Länge, durch das Aufwinden des wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll starken Seiles einen Durchmesser von 4 Fuß erhalten. Dieser mehr als 11 Centner schwere Seilcylinder sey nun so auf einen Wagen gestellt, daß er, während des Fortfahrens, sich um seine Axe drehend, das Seil abwickele.

Um die Glas- oder Thonröhren, die zwei Fuß lang seyn sollen, auf das Seil zu bringen, würde man sie einzeln am ersten Ende auf das Seil stecken, und während des Fortfahrens dem Wagen immer nachschieben müssen; denn auf keinem andern Wege lassen sich

ganze Röhren, wenn sie nicht ihrer Axe nach getheilt sind, auf ein Seil bringen. Nun sollen 3 Arbeiter seyn, von welchen der Erste die Röhren am Ende des Seils aufsteckt; der Zweite sie immer auf dem Seile fortschiebt, und der Dritte den Wagen dirigirt; so wird der Zweite, um 11413 Stück Röhren einzeln aufs Seil zu bekommen, 143218320 Schritte = 12548 Meilen und 7996 Schritte gehen müssen, und dazu, täglich 6 Meilen gerechnet, 2091 Tage = 5 Jahre 266 Tage Zeit brauchen, um diese Arbeit zu vollenden. Welche Unständlichkeit und welche Zeitkosten! *

*) Es mögen ab, bc, cd, de etc. einzelne Stationen, jede von 10 Ellen Länge, vorstellen, welche nach und nach von dem Seil-Cylinder durch das Fortfahren des Wagens abgewickelt werden. Wird nun die erste Station ab einzeln mit 10 Stück Röhren belegt, so daß man zu der ersten Röhre von a bis b 10 Schritte, zu der zweiten Röhre 9 Schritte, zu der dritten Röhre 8 Schritte etc., sowohl vorwärts als rückwärts braucht, und noch 10 Schritte von a bis b thun muß; so sind, wenn ab = m Ellen oder Schritte = der Anzahl



Röhren, hier 10, bedeutet, bei der ersten Belegung von a bis b nöthig:

$$2 (m + (m-1) + (m-2) + \dots + 1) + m$$

$$= 2(1+m) \frac{m}{2} + m$$

$$= m^2 + 2m \text{ Schritte.}$$

Auf der zweiten Station bc werden von b nach c einzeln alle Röhren von der ersten Station abgeschoben, so daß man zu jeder Röhre 10 Schritte vorwärts als auch rückwärts braucht, und noch 10 Schritte von b bis a thun muß, um ab aufs neue wie oben zu belegen.

So sind bei der 2. Belegung von b bis c $2m^2 + m$

ganze 1. Belegung von a bis b	$m^2 + 2m$
Ausgang von b bis c	$+ m$
	<hr/>
	$3m^2 + 4m (2)$

bei der 3. Belegung von c bis d	$2m^2 + m$
ganze 2. Belegung von a bis c	$3m^2 + 4m$
Ausgang von c bis d	$+ m$
	<hr/>
	$5m^2 + 6m (3)$

Ferner sagt Hr. S ö m m e r i n g S. 230.:

„Was endlich die Kosten betrifft, so kommt diese, wie man *überzeugend* sieht, vollkommen brauchbare „Vorrichtung, welche ich die Ehre hatte, der Königl. „Académie vorzuzeigen, bis auf das Communications- „Seil keine 30 Gulden zu stehen. Bloß das aus 35 Drähten bestehende Communications-Seil, nebst seiner Leitung durch gläserne oder thönerne Röhren, würde allein Kosten verursachen; doch dürfte ein solches, aus 35 überspannenen Drähten bestehendes Seil, welches die Länge von 22827 Pariser Schuh, d. i. von einer deutschen Meile, hätte, für weniger als 2000 Gulden sich anschaffen lassen.“ etc.

Jetzt will ich einen ganz mässigen Betrag der Kosten aufzustellen suchen.

Rechnet man auf jeden der 3 Arbeiter täglich $\frac{3}{2}$ fl. Lohn, so beträgt dasselbe $2091 \times \frac{3}{2} = 3136\frac{1}{2}$ fl.

Und auf dieselbe Art geht es für die vierte, die fünfte und die folgenden Belegungen fort.

Die gefundenen Glieder 1, 2, 3, 4 etc. machen eine arithmetische Reihe aus, nemlich:

$$\begin{array}{ccccccc} 1. \text{ Gl.} & 2. \text{ Gl.} & 3. \text{ Gl.} & 4. \text{ Gl.} & & & \\ (m^2 + 2m) & + (3m^2 + 4m) & + (5m^2 + 6m) & + (7m^2 + 8m) & & & \\ & & & & n\text{tes Glied} & & \\ & & & & + \dots + (2n-1)m^2 + 2nm & & \end{array}$$

Setzt man die Summe dieser arithmetischen Reihe S, so

$$\text{ist } S = \left((m^2 + 2m) + (2n-1)m^2 + 2nm \right) \frac{n}{2}$$

$$= \frac{(m^2 + 2m + 2nm^2 - m^2 + 2nm) \cdot n}{2}$$

$$= n^2 m^2 + n^2 m + nm$$

Nun ist, wenn 11413 Röhren zu legen sind, $n = 1141$ und $m = 10$

also nach der Formel $n^2 m^2 = 130188100$

$$n^2 m = 13018810$$

$$n m = 11410$$

$$S = 143218320 \text{ Schritte}$$

oder $\frac{143218320}{11413} = 12548$ Meilen und 7996 Schritte. So viel

muß also Einer gehen, um ein meilenlanges Seil einzeln mit Röhren zu belegen.

Prätorius.

Um das Seil in der Erde gut zu verwahren, muß der Graben wenigstens 3 Fuß Tiefe, oben 2 und unten 1 Fuß Breite haben; dies giebt 4,5 Quadratfuß, und diese mit der Länge = 22827 Fuß multiplicirt, giebt 102721,5 Cubikfuß. Nun kann ein Arbeiter in einem Tage 400 Cubikfuß ausgraben, mithin braucht er dazu $\frac{102721,5}{400} = 257$ Tage, und erhält an Lohn 128 fl. Um

diesen Graben wieder zuzuschütten, ist $\frac{1}{4}$ der vorigen Zeit nöthig, daher noch 32 fl. Lohn, dies beträgt also zusammen 160 fl.

Das Pfund Messingdraht kostet 1 fl., mithin der ganze Draht 1143 fl. Desgleichen 1 Pfund Seide 8 fl., also die 50 Pfund 400 fl. Endlich koste jede Glasröhre mit den Transportkosten 5 Xr., so betragen sämtliche Röhren $11413\frac{5}{8} = 951$ fl.

Diese Summen belaufen sich zusammen auf 5790 fl., wobei noch nicht das Macherlohn für das Seil in Anschlag gebracht ist, weil die Kosten der dazu nöthigen, noch unbekannten Maschinen nicht zu berechnen sind. Also würde der ganze Apparat von einer Meile Wirkung immer 6000 fl. zu stehen kommen.

Sollte nun eine Linie von Wien bis Paris, nur zu 150 Meilen gerechnet, mit electrischen Telegraphen belegt werden, so gäbe das eine Summe von 900000 fl. Dagegen würden gewöhnliche Telegraphen, wovon einer 2300 fl. kostet und 3 Meilen weit sehr deutlich zu sehen ist, nur 115000 fl. kosten. Und für diese acht Mal größern Kosten hätte man weiter keinen Vortheil gewonnen, (wenn auch alles gut geht,) als daß man während eines Regens oder Nebels fortarbeiten könnte; denn alle andern Vortheile sind auch bei den gewöhnlichen Telegraphen zu erlangen, wenn er nur auf andere Art als der Chappe'sche construirt ist. Man kann eben so gut bei Nacht schreiben, als bei Tage; eben so gut geheime Nachrichten an einzelne Personen, als offene Befehle an ein ganzes Land geben; und gerade darin liegt ein Nachtheil für jene Telegraphen, daß sie nicht sichtbar sind. Den abgerechnet, daß sie, nach Bergsträsser zu reden, nicht synthemographisch schreiben können, und man nie wissen kann, ob die

Nachricht an Ort und Stelle gelangt, weil sich von dem Empfänger der Nachricht kein Zeichen geben läßt; es müßte denn noch ein Seil für Nachrichten herwärts gelegt seyn, wobei die doppelten Kosten erst recht den Werth der Erfindung in die Augen fallen machen! Hierüber schweigt auch der Erfinder still, und überläßt es Andern, zu finden, wie Nachrichten können rückwärts gegeben werden.

Ueberhaupt ist bei dieser ganzen Erfindung zu viel speculirt, und zu wenig calculirt worden. Dieß zeigt auch offenbar eine Stelle S. 226., wo Hr. Sömmerring, um die Geschwindigkeit der Electricität zu untersuchen, einen 2248 baier. Fuß langen Draht um einen Glascylinder will gewunden haben, welcher, wenn man seinen Durchmesser 1 Fuß groß nimmt und wenn 10 Umwindungen eine Zollhöhe machen, über 6 Fuß Höhe haben müßte, um den ganzen Draht aufzuwinden. — Nur die Glashütte möchte ich kennen, wo 6 Fuß lange und 1 Fuß starke Cylinder geblasen würden!

Man ersieht aus Allem, daß die ganze aufgestellte paradoxe Idee wohl nur einem Scherze ihren Ursprung verdankt, welches mir auch der Herausgeber in seinem Anhang, durch die nach der Secundenuhr abzumessende Gasmenge der verschiedene Intensität habenden Säulen, anzudeuten scheint. Denn wäre es damit Ernst, so würde mir unwillkürlich eine Ankündigung einfallen, welche ich vor einem Jahre in dem *Freimüthigen* [1810 No. 142.] fand: „Herr Charles François Badini meldet im *Journal du Soir*, daß er eine unsichtbare Correspondenz erfunden habe, vermittelt welcher man ohne Boten, ohne Telegraphen oder andere Zeichen in zwei Stunden, z. B. von Paris bis Peking, einander Nachricht mittheilen könne. Auch will er in 7 bis 8 Chiffren den Inhalt aller Bücher auf der Welt zusammendrängen. Der Erfinder will seine Beweise einer Prüfung unterwerfen.“

VI.

*Ueber die in gegenw. Jahrg. der Annalen Hest 7,
S. 271 f. mitgetheilte Hülftafel für das Höhen-
messen mit dem Barometer,*

VON

D' A U B U I S S O N,

Ingenieur des mines *).

Eine Tafel für das Höhenmessen mit dem Barometer, welche ich in dem letzten Stücke der *Bibliothèque Britannique* finde, wird dort in einer Note Herrn Oltmann's zugeschrieben. So wenig Ehre eine solche Kleinigkeit auch bringen mag, so sey es mir doch erlaubt, sie und die sie begleitende Notiz als mein Eigenthum in Anspruch zu nehmen. Beide sollten bei meiner grossen Abhandlung über das Höhenmessen mit dem Barometer erscheinen, ich liess sie aber fort, um diese Arbeit, welche schon zu viel Raum einzunehmen schien, nicht noch zu vergrößern. Hr. Brongniart bedient sich einer Abschrift meiner Tafel schon seit einem Jahre bei seinen Nivellemens der Gegenden um Paris; und ich erinnere mich, daß ich bei Ihrer letzten Anwesenheit in Paris Sie von dieser Kleinigkeit unterhalten habe, und Sie mir äusserten, Sie hätten selbst eine ähnliche Arbeit in die Bibl. Britann. eingerückt.

Als ich von Hrn. Biot's barometrischen Tafeln hörte, machte ich die meinige zugleich mit einer kurzen, doch vollständigen, Notiz über die mathematische Theorie der Barometer-Messungen bekannt, unter die ich meinen Namen gesetzt hatte. So nützlich und so

*) Ein an Hrn. Pictet, Paris d. 21. Apr. 1811, geschriebener Brief, den ich aus der *Bibl. Brit.* Jun 1807. entlehne.

sehr einfach meine Methode der Höhenberechnungen ist, so habe ich sie doch nicht nach mir benennen mögen, da diese Arbeit in wissenschaftlicher Hinsicht wenig Merkwürdiges hat. Doch enthält sie Einiges, das mir ganz eigenthümlich ist, nemlich die Regeln, nach denen ich 1) die Ausdehnung des Quecksilbers im Barometer, 2) die Ausdehnung des Metalls, auf das die Skale unserer Barometer (von Fortin) geätzt ist, corrigire, und 3) die Regel, nach welcher ich den Einfluß der Veränderung der Schwere in den gemäßigten Zonen in Rechnung bringe. Alle drei sind bemerkenswerth einfach. Ich habe selbst bei der Construction meiner Tafel auf die Correction wegen der Veränderung der Schwere nach senkrechter Richtung gesehen, welches weder von dem Herrn von Lindennau, noch von den Herren Oltmanns, Biot u. a. geschehen war, und ich habe in der Absicht ein Glied in die Formel gebracht, welches selbst in Herrn Laplace's *Mécanique céleste* fehlte, und zuerst in meiner großen Abhandlung p. 14. erschienen ist, und das seitdem von den Herren Biot und Oltmanns in die Tafeln aufgenommen worden ist, die sie vor Kurzem herausgegeben haben. Dieses Glied $\left(\frac{2a}{x}\right)$ ist eine Function der Höhe der ~~unteren~~ Station über der Meeresfläche.

Da ich meine Hülftafel für die gemeine Praxis bestimmte, habe ich in ihr alle Brüche des Meters vernachlässigt, und sie giebt daher die Werthe von x nur in Metern. Sie wissen indess am besten, daß sich für eine Barometer-Messung nie bis auf 1 Meter stehen läßt; ich durfte daher behaupten, daß meine Hülftafel die Höhen eben so genau gebe, als die allerzuzammengesetzteste Formel.

Was die Irrthümer bei dem Barometer-Messen betrifft, so könnte, auch wenn Barometer und Thermometer mit aller der Genauigkeit, welche der beste Künstler zu erreichen vermag, gemacht, und wenn sie mit aller möglichen Sorgfalt beobachtet worden sind, doch der Fehler mit der Beobachtung noch immer über 1 Meter steigen. Unabhängig von diesem Fehler ist der

Fehler der Formel, der viel mehr beträgt. Denn gesetzt auch, der erstere wäre 0, und beide Stationen wären genau senkrecht über einander, so liesse sich doch für den Factor $1 + 0,004 \frac{t+t'}{2}$, und folglich für x selbst, nicht bis auf $\frac{4}{1000}$ des Werthes stehn. Denn der wahre Coefficient für die Ausdehnung der Luft durch Wärme ist 0,00375, und ich habe in meinem größern Aufsatze gezeigt, daß aus der Umwandlung desselben in 0,004 nach Verschiedenheit der Wärme und der Feuchtigkeit der Luft ein Fehler von $\frac{2}{1000}$ bis $\frac{3}{1000}$ des Werthes von x , dem Beobachter unbewußt, entstehen kann. Auch soll $\frac{t+t'}{2}$ die wahre mittlere Temperatur der ganzen Luftmasse zwischen den beiden Stationen vorstellen, welches voraussetzt, daß die Wärme zwischen beiden von t bis t' in arithmetischer Proportion abnehme. Sie wissen indess besser, als ein anderer, was hiervon zu halten ist, und ich zweifle, daß je ein Physiker sich überreden werde, daß $\frac{t+t'}{2}$ das wahre Mittel bis auf 1° genau gebe, wenn der Höhenunterschied auf mehr als 1000 Meter steigt. Aber 1° Unterschied giebt im Werthe von x eine Verschiedenheit von vier Tausendtheilen *).

*) Wenn der erste Theil meiner großen Abhandlung viele Thatfachen und Bemerkungen, die mein ausschließliches Eigenthum sind, enthält, so können wir in dem zweiten, der von den Irrthümern der Barometer-Messungen handelt, uns beide einigermaßen theilen. Die große und einzige Ursach dieser Irrthümer, die sichtlich dargethan worden, ist die Verschiedenheit zwischen der wirklichen Temperatur der untern Schicht der Atmosphäre, und der, die sie, verglichen mit der Temperatur der obersten Station, haben würde, wenn die Wärme bis zu dieser in arithmetischer Fortschreitung abnähme. Diese Verschiedenheit ist durch Ihre sinnreichen Versuche auf das Ueberzeugendste dargethan worden, und Sie haben gezeigt, daß sie die Ursach der Anomalieen der Barometer-Messungen ist, die zu verschiedenen Stunden des Tages angestellt werden. Ich habe diese Thatfache verallgemeint und gezeigt, daß sie auch von den verschie-

Die Fehler der Interpolation in meiner Tafel für Bruchtheile von Centimetern können nie über $\frac{1}{8}$ der zweiten Differenz, folglich für Höhenunterschiede von weniger als 4000 Meter nicht bis auf $\frac{3}{8} \cdot 0,375$ Meter steigen. Hätte ich eine weitläufigere Tafel geben wollen, so würde ich sie ganz haben vermeiden können; ich zog aber die in dem vorigen Bande dieser Annalen S. 272. abgedruckte vor, da sie das *Maximum simplicitatis* ist, und alle nur zu wünschende Genauigkeit hat. Nur ein einziger Fall läßt sich denken, in welchem sie nicht ausreichen würde; nemlich wenn ein Physiker durch eine Reihe von Beobachtungen irgend einen Punkt der Theorie verificiren wollte; für diesen giebt es indess keine genauere und bequemere Tafel, als die Tafel der Logarithmen, welche ihn der Nothwendigkeit überhebt, das Gedächtniß mit partiellen Regeln zu beschweren, dergleichen alle andere Tafeln heischen. — —

denen Tagen derselben Jahreszeit gilt, welches meine Beobachtungen auf dem St. Bernard unwidersprechlich beweisen.

d'Arbuisson.

VII.

*Einige mineralogische Merkwürdigkeiten *)*.

1) *Drei Grönländische Mineralien.*

Der Dr. Thomson hat vor kurzem zwei neue Mineralien beschrieben, welche aus Grönland herzustammen scheinen, und denen er die Namen *Sodalit* und *Allonit* gegeben hat.

Der *Sodalit* ist von Farbe sehr schön grün, und hat zur primitiven Gestalt das Dodecaeder mit rhombischen Seitenflächen, und zum specifischen Gewicht 2,378.

Der *Allonit* gleicht vollkommen dem Gadolinit, mit dem man ihn lange Zeit verwechselt hat; die Analyse beweist aber, daß er gänzlich davon verschieden ist.

Herr Thomson hat bei seiner Analyse aus 100 Theilen dieser Mineralien folgende Körper als Bestandtheile erhalten: Aus dem

<i>Sodalit.</i>		<i>Allonit.</i>	
Kieselerde	38	Kieselerde	35,4
Thonerde	27	Thonerde	4,1
Kalk	2,7	Kalk	9,2
Eisen-Oxyd	1	Eisen-Oxyd	25,4
Natron (<i>Soda</i>)	23,5	Cerium-Oxyd	33,9
Salzsäure	3		<hr/> 108,0
Flüchtige Materie	2,1		
Verlust	2,7		
	<hr/> 100,0		

Mit demselben Schiffe, das diese Mineralien gebracht hat, sind *große Stücke Chryolit* aus Grönland mitgekommen. Diese enthalten zugleich viel Eisen-

*) Nach dem *Journal de Physique*.

Oxyd, späthigen Eisenstein, Kupferkiess, Bleiglanz und Quarz, welches beweist, daß der Chryolit zu den Gangarten gehört.

2) *Flußspath im Flötz-Kalkstein.*

Herr Lambotin hat in dem Pariser Kalksteine, in der Gegend des *Jardin des Plantes*, Würfel von Flußspath gefunden. Der Kalkstein, der die Abdrücke dieser Würfel enthält, gleicht dadurch ganz dem, welcher über *Neuilly* nach *Courbevoie* zu vorkommt, und mitten in welchem sich Quarzkrystalle finden. Man hat jetzt diese letztern Kalkkrystalle sorgfältiger untersucht und in ihnen ebenfalls Flußspath-Würfel gefunden; ein Beweis, daß man bei der Untersuchung der Mineralien nicht zu sorgfältig seyn kann. Diese Beobachtung wird dadurch interessant, daß sie beweist, daß der Flußspath, den man den Gangebirgen und zwar hauptsächlich den Gängen für ausschließlich eigen hielt, auch im Flötzgebirge vorkommt.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1811, ZEHNTES STÜCK.

I.

Wirkt der Schall auf das Barometer?

vom

Dr. BENZENBERG

in Düsseldorf.

1. Im 14ten Bande dieser *Annalen der Physik* (J. 1803. H. 6.) steht S. 214. eine Abhandlung von Englefield, über die Wirkung des Schalls auf das Barometer, welche aus den *Journals of the Royal Institution* ausgezogen ist. Englefield erzählt, daß er den 1. Nov. 1773 auf dem Glockenthurm der Gndula-Kirche in Brüssel ein Barometer aufgehängt und daß er wahrgenommen habe, wie es bei jedem Glockenschlage in Schwankungen von $\frac{1}{100}$ Zoll gekommen sey. Er meint, daß dieses von dem Schalle hergerührt habe, da das Barometer vorher ruhig geblieben war, als man die Glocke bloß geschwungen und den Klöppel gesperrt hatte. Der Herausgeber des Journals, Dr. Thomas Young, damals Professor der Physik an der Royal Inst., hat

in einem Anhang zu Englefield's Aufsätze eine Theorie hiervon gegeben, welche ich nicht das Glück gehabt habe, zu verstehen.

2. Wer den Gudula-Thurm in Brüssel kennt, wird leicht auf die Vermuthung kommen, daß Englefield bloß die Schwankungen des Thurms beobachtet habe, welche durch das Aneinanderschlagen zweier so schwerer Metallmassen, wie Glocke und Klöppel sind, entstehen. — Der Thurm ist ein hohes gothisches Gebäude, auf dem oben der Telegraph steht, und die Glocken hängen ziemlich hoch im Mauerwerke. Daß das Mauerwerk bei jedem Glockenschlage des Lautens einen starken Stoß erhält, zeigt jedes Fernrohr, welches man in einem Thurme aufstellt und nach einem bestimmten Gegenstande richtet. So lange die Glocke bloß schwingt, ist es ruhig; beim ersten Schlage aber schwankt es, und die Axe macht eine Schwingung von ungefähr $\frac{1}{4}$ Grad.

3. Da die Beobachtung Englefield's ungefähr 40 Jahre alt ist, und in jeder Stadt, wo Physiker wohnen, auch Glocken und Barometer zu haben sind, so ist vielleicht schon längst die Englefield'sche Behauptung durch Versuche widerlegt, besonders da diese so sehr leicht anzustellen sind. Ich würde es daher für überflüssig halten, folgende Erfahrungen, die ich hierüber angestellt habe, in den Annalen mitzutheilen, wenn nicht der verdienstvolle Herr Herausgeber derselben bei einem Aufsatze von Herrn Professor Wrede bemerkte, daß

der Schall aufs Barometer wirke, (*Annalen* XVIII. S. 404.), welches Wrede eben sowohl geleugnet hatte, wie die Wirkung desselben auf das Thermometer.

4. Den 21. Juli d. J. begab ich mich mit dem Trigonömeter Windgassen auf den hiesigen großen Kirchthurm, um zu sehen, ob das Läuten im Stande des Barometers Schwankungen mache. Wir hatten zwei Barometer mit geätzten Skalen bei uns, die zu diesen Beobachtungen sehr geschickt sind, da man die Bewegungen des Quecksilbers unmittelbar mit der feinen Eintheilung auf der Röhre vergleichen kann, unter der sie geschieht. Wir hingen beide Barometer in die Schalllöcher; das eine nach Osten, das andere nach Norden; ungefähr 120 Fuß von der Erde, und befestigten sie so, daß sie nicht schwanken konnten. Das Quecksilber war völlig ruhig und stand auf 28,18 Zoll. Die Glocken schwingen in der Richtung von Westen nach Osten, so wie bei allen Thürmen, bei denen die Kirche nach Osten gebauet ist.

Als die Glocken anfangen zu schwingen, war das Barometer noch ruhig; als der erste Schlag kam, war es auch noch ruhig; als aber ungefähr eine Viertel-Minute lang geläutet war, fing das Quecksilber an zu schwanken. Ich schätzte dieses Schwanken auf 0,005 Zoll am Hebe-Barometer. Herr Windgassen hatte es am Gefäß-Barometer auf 0,01 Zoll geschätzt. Sein Barometer hing in der Schwingungs-Ebene der Glocken. Während des Läutens konnten wir uns unsere Beobachtungen

nicht mittheilen. Als das Läuten aufhörte und wir sie verglichen, fand sich, daß wir beide dasselbe beobachtet hatten. Da, wo das Quecksilber am Glase lag, blieb der Stand desselben in beiden Barometern unverändert. Das Schwanken war blos im Kügelchen.

5. Ich war den 10. August auf dem Dome in Cölln, wo die größten Glocken am ganzen Rheinstrome sind. Die größte ist noch 8000 Pfund schwerer, wie die in der St. Gudula-Kirche in Brüssel, und wiegt 24,000 Pfund; der Klöppel wiegt 400 Pfund. Es wurde gerade die zweite Glocke geläutet, und es fielen mir die Schall-Versuche wieder ein, als mir der Küster sagte, daß beim Feste des 15ten August die große Glocke solle geläutet werden. Ich bat Herrn Professor Heister, ein Barometer von dem physikalischen Cabinette zu nehmen, und dieses in die Nähe des Thurms zu hängen, aber nicht in den Thurm, denn ich hatte bemerkt, daß beim Läuten der zweiten Glocke der Glockenstuhl schon Schwingungen von 2 Zoll machte. Herr Professor Heister hing das Barometer in die erste Etage von der Wohnung des Küsters, bei offenem Fenster, ungefähr 150 Fuß von der großen Glocke entfernt, von welcher der Schall sich nach allen Seiten frei verbreitet, da der Dom ganz offen ist. Das Quecksilber im Barometer machte während des Läutens *nicht* die geringste Bewegung.

6. An demselben Tage wurden 75 Kanonenschüsse von der Batterie des Eiskellers in Düsseldorf

dorf abgebrannt. Ich war mit der Tertienuhr in Ratingen, um die Geschwindigkeit des Schalls bei hohen Temperaturen zu beobachten, und hatte das Fernrohr nach der Batterie gerichtet, um den Blitz zu sehen. Man fing an mit der großen Glocke zu läuten. So lange sie bloß schwang, war das Fernrohr ruhig. Beim ersten Schlage des Klöppels bekam es einen Stoß, wodurch die Axe desselben Schwingungen von $\frac{1}{4}$ Grad machte, die sich bei jedem Schlage wiederholten, bis man endlich mit allen Glocken zu läuten anfing: und nun wurden sie so irregulär, daß man nicht mehr unterscheiden konnte, zu welchem Schlage sie gehörten. Das Fernrohr stand in der Zimmerung der Spitze, 30 Fuß über den Glocken, an einem offenen Fenster.

7. Auch scheint schon aus der Theorie zu folgen, daß der Schall kein Steigen des Quecksilbers im Barometer bewirken könne, selbst wenn in jeder Schallwelle die Luft um das Zwei- oder Dreifache zusammengedrückt wäre, wo sie also 56 oder 84 Zoll Quecksilber tragen könnte. Denn die Schallwellen in der Luft sind doch wahrscheinlich sehr klein, — so klein vielleicht, wie die Schallwellen, welche man auf der Oberfläche eines Glases Wassers sieht, das man mit dem Streichen des Fingers zum Tönen bringt. Es drücken daher auf die Oberfläche des Quecksilbers in einem Heber-Barometer vielleicht hundert dieser Schallwellen zu gleicher Zeit. Zwischen ihnen sind auch hundert Zwischenräume, wo

die Luft um das Zwei- oder Dreifache verdünnt ist, und also jenen stärkern Druck wieder aufhebt. — Aber wenn auch die Schallwellen so groß wären, wie die Wellen auf der See im Sturme, so würden die Barometer doch vielleicht nicht oscilliren. Denn da der Schall sich nach allen Radien der Kugel verbreitet, so wird eine Linie, die senkrecht auf der Quecksilberfläche des Barometers steht, durch eben so viele Luftverdünnungen als Luftverdichtungen gehen. Und zudem folgen bei der großen Schnelligkeit des Schalls von 1027 Fuß in 1 Secunde die Verdichtungen und Verdünnungen der Luft so schnell auf einander, daß schon die bloße Trägheit des Barometers verhindern würde, sie wahrzunehmen.

8. Aus demselben Grunde dürften vielleicht unser Gefühl und unsere Thermometer es nicht anzeigen, wenn Wärme bei der Fortpflanzung des Schalles durch die Luft frei wird. Wenn die frei werdende Wärme die Ursache des Schnellergehens des Schalles in der Erfahrung als nach der Theorie seyn soll *), so muß man annehmen, daß diese Wärme 84° R. betrage, um die Luft von 0° , einer Temperatur, in welcher der Schall 861 Fuß in 1 Secunde zurücklegen würde, bis zu der Wärme zu bringen, bei der er 1027 Fuß in einer Secunde durch-

*) Wie zuerst Hr. La Place vermuthet, und wie es Hr. Biot durch Rechnungen (*Annal.* B. 18. St. 12.) und durch Versuche (*das.* B. 35. St. 8.) darzuthun versucht hat.

läuft. Die erstere Geschwindigkeit für die Verbreitung des Schalls durch die Luft giebt die Theorie, wenn man das specifische Gewicht der Luft bei mittler Feuchtigkeit und bei 0° Wärme und 28 Zoll Druck auf $\frac{1}{10323}$ vom Gewichte des Quecksilbers setzt, — und die letztere Geschwindigkeit geben alle genauen Erfahrungen. Man sollte glauben, daß unsere feine Gesichtshaut eine solche Wärme fühlen müsse, welche größer ist, als die des siedenden Wassers. Allein auf die Schallwelle, die durch Verdichtung $+ 84^{\circ}$ R. hat, kommt gleich eine Verdünnung, die $- 84^{\circ}$ R. Wärme hat, und beides geht mit einer Schnelligkeit von 1027 Fuß in 1 Sekunde vor sich. So fühlt man auch keine Wärme, wenigstens keine bedeutende, wenn man mit der trockenen Hand schnell auf einen glühenden Ofen schlägt.

II.

Tafel über die Geschwindigkeit des Schalls nach Theorie und Erfahrung, für alle Wärmegrade von -10° bis $+30^{\circ}$ R.

vom

DOCTOR BENZENBERG.

I.

Nach Hrn. Biot verhält sich das Gewicht der trockenen Luft bei 0° R. Wärme und 28 Zoll Druck, auf dem 45sten Breiten-Grade, am Ufer der See, zu dem Gewichte einer gleich großen Quecksilbermasse, wie 1 zu 10495. — Nach der Tabelle von d'Aubuisson über die mittlere Wärme und Feuchtigkeit aller Monate des Jahres, vermindert letztere im Durchschnitt das Gewicht unserer atmosphärischen Luft um 0,0029, das Gewicht der trockenen Luft $= 1$ gesetzt. Man kann daher, ohne merklich zu irren, annehmen, daß das specifische Gewicht von Luft und Quecksilber gewöhnlich sehr nahe wie 1 zu 10525 ist.

Diese Zahl mit $2\frac{1}{3}$ par. Fufs multiplicirt, giebt die Höhe einer Luftsäule, die bei gleicher Dichtigkeit 28 Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hält. Diese beträgt folglich 24558 par. Fufs.

Da die Dichtigkeit der Luft sich verhält wie der Druck, und dieser wie die Länge der Quecksilber-

Säule, der sie das Gleichgewicht hält, so ist diese Zahl *beständig dieselbe*. Wird die Luft z. B. nur mit 14 Zoll gedrückt, so ist sie nur halb so dicht, ihr specif. Gewicht ist dann nur $\frac{1}{2}$ von dem des Quecksilbers, und es hält wiederum eine Luftsäule von 24558 Fuß Höhe der wider sie drückenden Luftsäule das Gleichgewicht. Wir wollen deswegen die Zahl 24558 eine *beständige* nennen.

2.

Auf dem 45ten Grade der Breite ist die Länge des Secundenpendels 440,4 p. Linien. Da sich die Pendellängen gegen einander verhalten, wie die Quadrate der Schwingungszeiten, so wird ein Pendel von 24558 Fuß 89,62 Zeit-Sekunden zu einer Schwingung und 179,24 Sekunden zu einer doppelten Schwingung brauchen.

Da sich der Durchmesser eines Kreises sehr nahe zu seinem Umfange verhält wie 1 zu 3,1416, so wird ferner ein Kreis, dessen Halbmesser jene beständige Zahl 24558 ist, einen Umfang von 154302 Fuß haben.

3.

Newton hat gezeigt, daß man auf die wellenförmige Bewegung des Schalls in der Luft die Gesetze des Pendels anwenden könne, und daß in der Zeit, in welcher ein Pendel von der Länge der beständigen Zahl (24558) eine hin und her gehende Schwingung mache, (also in 179,24 Sekunden) der Schall in der Luft den Umfang des Kreises durchlaufe, von dem jene beständige Zahl der Radius sey. Hiernach

wäre also die Geschwindigkeit des Schalls in einer Sekunde $\frac{15430^2}{179,24} = 861$ par. Fuß *),

Zugleich zeigte Neuton, daß sich in zwei elastischen Flüssigkeiten die Geschwindigkeit des Schalls verhalten müsse, wie die Quadrat-Wurzeln aus ihren Elasticitäten,

4.

Die Erfahrungen der französischen Akademiker geben eben so, wie die meinigen, die Geschwindigkeit des Schalls für 0° R. bis auf ein paar Zoll übereinstimmend zu 1027 Fuß in 1 Sekunde **). Hienach ist folgende Tabelle berechnet, die in keinem vollständigen Lehrbuche der Physik fehlen sollte, da sie die genaue Bestimmung einer so merkwürdigen Thatfache enthält. Bei ihr ist die Ausdehnung für die Luft zu $\frac{1}{273}$ und fürs Quecksilber $\frac{1}{3330}$ für jeden Grad der Reaum. Skale zum Grunde gelegt,

Die Einrichtung der Tabelle erklären die Ueberschriften. Die erste und zweite Columne kommen beim Höhenmessen mit dem Barometer vor. Multiplicirt man die Differenz der natürlichen Logarithmen mit der beständigen Zahl, welche für die mittlere Temperatur der Luft gilt, so erhält man die

*) Neuton selbst fand 906 p. Fuß für 1 Sek., weil er die Luft für viel dünner hielt, als sie ist. In den spätern Ausgaben seiner Werke hat man sie für noch dünner gehalten und 916 Fuß genommen. Biot setzt (*Annal.* B. 18. S. 395.) 915 par. Fuß. Hr. Prof. Gilbert findet B. 5. S. 400. der *N. F.* der *Annal.* 857,5 p. Fuß. Diese Angabe ist zu klein, da das spec. Gewicht der Luft bei 28 Zoll Druck zu $\frac{1}{10483}$ angenommen ist. Dieses wiegt trockene Luft beim Druck von 0,76 Meter, das heißt von 28 Zoll 1 Linie. *Benzenberg.*

**) *Annalen N. F. B. 5.* (1810. St. 8.) S. 401. A. G.

Berghöhe, wenn man vorher die Queckfilberfäule auf diese Temperatur reducirt hat.

Wärme nach der Rm. Sk.	Dichtigkeit der Luft.	Beständige Zahl. par. Fuls.	Geschwind. d. Schalls. nach der Theorie. par. Fuls.	nach der Erfahrung. par. Fuls.	Unter- schied in paris. Fuls.
10°	1 : 10055	23462	841,5	1003,8	162
9	10102	23572	843,5	1006,1	163
8	10149	23682	845,5	1008,5	163
7	10197	23792	847,4	1010,8	163
6	10244	23902	849,4	1013,2	164
5	10291	24012	851,4	1015,5	164
4	10338	24121	853,3	1017,8	164
3	10349	24231	855,2	1020,1	165
2	10432	24340	857,2	1022,4	165
1	10478	24450	859,1	1024,7	165
0	10525	24559	861,0	1027,0	166
* 1 R	1 : 10572	24669	862,9	1029,3	166
2	10619	24778	864,9	1031,6	166
3	10666	24887	866,7	1033,8	167
4	10713	24997	868,6	1036,1	167
5	10760	25106	870,6	1038,4	167
6	10806	25215	872,4	1040,6	168
7	10853	25324	874,3	1042,9	168
8	10900	25433	876,1	1046,0	168
9	10948	25542	878,1	1047,3	169
10	10993	25651	879,9	1049,5	169
11	1 : 11040	25760	881,8	1052,0	170
12	11087	25869	883,7	1054,2	170
13	11133	25978	885,5	1056,5	171
14	11180	26087	887,3	1058,7	171
15	11227	26195	889,3	1061,0	172
16	11273	26304	891,1	1063,1	172
17	11320	26413	892,9	1065,3	173
18	11366	26521	894,8	1067,5	173
19	11413	26630	896,6	1069,7	173
20	11459	26738	898,4	1072,0	173
21	1 : 11506	26847	900,2	1074,3	174
22	11552	26955	902,0	1076,4	174
23	11599	27063	903,8	1078,6	174
24	11645	27172	905,6	1080,8	175
25	11691	27280	907,5	1083,0	175
26	11738	27388	909,2	1085,2	176
27	11784	27496	911,0	1087,4	176
28	11830	27604	912,8	1089,6	177
29	11877	27712	914,6	1091,7	177
30	11923	27820	916,3	1093,8	

Ich wünsche, daß das hier Mitgetheilte Veranlassung zur Berichtigung der Zahlen geben möge, welche Herr Biot in seinen Untersuchungen über die Fortpflanzung des Schalls in der Luft in diesen *Annalen* B. 18. (J. 1804. St. 12.) S. 395. mitgetheilt hat. Er setzt dort für die Geschwindigkeit des Schalls nach der Theorie 915 Fuß und nach der Erfahrung 1038, ohne den Wärmegrad zu bemerken, für den, dieses gelten soll. Man sieht indess, daß bei dieser Rechnung bedeutend unrichtige Elemente müssen zum Grunde gelegt seyn, weil der Unterschied zwischen Theorie und Erfahrung nur 123 Fuß ist, statt daß er 167 seyn sollte. Zwar waren damals die genauen Abwiegungen der Luft noch nicht bekannt, womit dieser thätige Physiker uns später beschenkt hat, allein aus de Luc's Barometermessungen wußte man doch damals schon, daß für die Temperatur von 5° (für welche die Akademiker 1038 p. Fuß fanden) die beständige Zahl sehr nahe 24750 p. F. und die Ausdehnung der Luft nahe $\frac{1}{273}$ sey, welches nach der Tafel eine Geschwindigkeit von 863, statt von 915 par. Fuß giebt.

Die unrichtigen Zahlen von Biot haben Herrn Prechtl in Wien veranlaßt, in den *Annalen* B. 21. S. 449. die Neuton'sche Theorie durch Berechnung der festen Theile, die in der Luft sind, zu retten. Er findet dort, nach seiner Rechnung, die Geschwindigkeit des Schalls zu 1026 Fuß, und bemerkt, daß dieses Resultat nur 12 Fuß von der Er-

fahrung abweiche, die 1038 par. Fuß gebe. Hätte er statt 915 die richtige Zahl 861 genommen, so würde er nach seiner Rechnung die Geschwindigkeit des Schalls zu 965 Fuß gefunden haben, welches beim Gefrierpunkte 62 Fuß von der Erfahrung abweicht.

Ich glaube, daß man wohl thut, eine gewisse Genauigkeit bei diesen Zahlenangaben zu beobachten, da der Schall eine so scharf bestimmte Geschwindigkeit hat, die sich zugleich mit einer solchen Genauigkeit beobachten läßt, daß die Ungewissheit nicht den tausendsten Theil des Ganzen beträgt. Eine Genauigkeit, deren die wenigsten Versuche in der Naturlehre fähig sind, und die selbst bei den meisten geometrischen Messungen nicht erreicht wird. Im Cataster von Frankreich ist z. B. den Geometern nur eine Genauigkeit vom hundertsten Theil des Ganzen vorgeschrieben.

III.

Versuche über den Widerstand, welchen Luft in langen Röhren in ihrer Bewegung leiden soll,

von

LEHOT, DESORMES und CLEMENT.

(Vorgel. in d. Soc. philomat. zu Paris den 20. April 1811.)

Frei übersetzt von Gilbert.

Es findet sich in No. 152. des *Journal des mines* eine Stelle aus des Herrn Baders Abhandlung über das englische Cylindergebläse übersetzt, in welcher eine sehr sonderbare Erfahrung erzählt wird, die der berühmte Eisenhüttenmeister Wilkinson gemacht haben soll *). Er habe, heisst es, ein Gebläse, 5000 Fuß (1620 Meter) entfernt von dem Hohofen, in welchem es wirken sollte, angelegt, und eine Windleitung, welche aus 12 Zoll (33 Centim.) weiten Röhren aus Gussseisen bestand, grade nach dem Ofen geleitet, aber nicht die geringste Bewegung der Luft am Ende dieser Leitung hervorzubringen vermocht, und sich gezwungen gesehen, die Sache aufzugeben. Es wird hinzugefügt, man habe das Sicherungs-Ventil des Gebläses verschlossen, und nun sey das große ober-schlägige

*) Dieselbe Stelle, welche Herr C. R. v. Buffe in Freyberg in diese *Annalen* J. 1805. St. 8. (B. XX. S. 404.) eingerückt und zu erklären versucht hat.

Gilbert.

Wasserrad, welches das Gebläse trieb, zum Stillstehn gekommen, ohne dafs man an dem entfernten Theile der Röhre den schwächsten Luftzug verspürt habe, obschon man sich versichert gehabt, dafs die Windleitung nicht verstopft gewesen sey. Aus allen kleinen Oeffnungen in der Nähe des Rades sey die Luft mit Gewalt herausgedrungen, aber schon in 600 Fufs Entfernung habe man aus einem kleinen Loche kaum noch so viel Wind erhalten, dafs eine Lichtflamme davon bewegt worden sey.

Diese Erzählung steht in offenem Widerspruche, nicht blos mit der angenommenen Theorie der Bewegung der elastischen Flüssigkeiten, sondern auch mit mehreren Versuchen, die man häufig anstellt. Dennoch ist sie noch nicht gehörig beleuchtet worden; vielmehr scheinen einige in ihr ein unverdientes Zutrauen gesetzt zu haben.

Beim Anlegen des Pumpenwerks, das das Wasser aus der Seine bis auf die Spitze des Hügels von *Marly* hob, hatte man die Vorsicht gebraucht, in der 4116 Fufs (1370 Metr.) langen Röhrenfahrt, welche das Wasser dem Aquaduct zuführte, mit Hähnen versehene Löcher in verschiednen Entfernungen anzubringen, und nicht eher, als bis das Wasser bis zu ihnen gelangt war, die Hähne zuzudrehen. Man hatte sich nemlich eingebildet, die lange Luftsäule, welche die Röhrenstrecke füllte, bevor die Pumpe in Gang gesetzt wurde, adhärirte sehr stark an den Wänden der Röhren, und die Kraft des Wasserrads werde nicht zureichen, diese ganze

Luftsäule heraus zu treiben, daher man glaubte, man müsse sie Theilweise durch jene Löcher entweichen lassen. Da der Erfolg günstig war, unterliefs man nicht, ihn der Vorsicht zuzuschreiben, mit der man auf das Heraustreiben der Luft aus der Röhrenstrecke bedacht gewesen war; und so erhielt sich die Ueberzeugung, ein Wasserrad von 36 Fuß (12 Meter) Durchmesser, auf das fallendes Wasser mit seiner ganzen Kraft, der von 500 Pferden gleich, wirke, vermöge nicht, die Adhärenz der Luft an einer 4 Zoll (11 Centim.) weiten und 4216 Fuß (1376 Metr.) langen Röhrenfahrt zu überwinden, ob man gleich diesem Rade mit Recht zugetraut hatte, das es das Wasser auf eine senkrechte Höhe von 493 Fuß (160 Meter) heben werde.

Es ist schade, daß man in dem Versuche, von welchem Hr. Bader Nachricht giebt, die Dichtigkeit der Luft in dem Gebläse nicht gemessen hat. Wahrscheinlich war sie indess nicht geringer, als die Dichtigkeit, welche sich in dem Gebläse du Creusot erreichen läßt, das nach den eignen Angaben des Hrn. Wilkinson's eingerichtet ist; sie steigt manchmal bis auf 6 Fuß (2 Meter) Wasserhöhe, welche einer Luftsäule von ungefähr 5000 Fuß (1620 Meter) Höhe gleich gilt. Nach jenem Versuche würde also die Reibung der Luft in einer 12 Zoll (33 Centim.) weiten und 5000 Fuß (1620 Meter) langen Röhrenfahrt aus Gasseisen mehr als hinreichen, dem Drucke einer eben so hohen Luftsäule das Gleichgewicht zu halten;

oder mit andern Worten: es würde eine 12 Zoll (33 Cent.) weite Röhre auf die Luft so mächtig einwirken, daß die Luft sich in ihr in einer Höhe von 5000 Fuß (1620 Meter) erhalten könnte, ohne daß eine andre Kraft dazu mitwirkte; ein Satz, der so bizarr ist, daß man ihn kaum auszusagen wagt.

Es war nach diesen Bemerkungen interessant, durch neue Versuche den wahren Widerstand auszumitteln, den die Luft bei ihrer Bewegung durch Röhren leidet, und den Hr. Bader für viel größer als den Widerstand hält, welchen das Wasser unter gleichen Umständen erleidet. Wir haben einige *Versuche* dieser Art angestellt, und wollen hier die Resultate derselben mittheilen.

In einer der unterirdischen Strecken (*galeries*) des Kanals der Ourcq befinden sich zwei ein wenig gekrümmte Röhrenfahrten aus Gulseisen, die jede 25 Centim. (9 Zoll) weit und $4\frac{1}{2}$ Meter (1380 Fuß) lang sind. Wir verstopften das Ende einer dieser Röhren mit einem Stöpsel, durch den ein kleines Loch ging, in welches das Rohr eines mit einer Klappe versehenen Handblasebalgs palste. In demselben Augenblicke, wenn wir mit diesem Blasebalge einen Stols gaben; schlugen wir an der andern Röhre mit einem Hammer, und jedesmahl fand sich am andern Ende, daß die Flamme eines vor der Röhrenfahrt gehaltenen Lichts in demselben Augenblicke in Bewegung gerieth, in welchem der Schlag des Hammers gehört wurde. Diese Gleichzeitigkeit in der Fortpflanzung des Schalls und der

Wirkung des Windes leidet gar keinen Zweifel; denn wir würden die geringste Verschiedenheit in derselben wahrgenommen haben, da wir das Ohr an die eine Röhre hielten und die Lichtflamme vor der Mündung der andern Röhre im Auge hatten.

Wir nahmen darauf statt des Blasebalgs einen Desaguiller'schen Ventilator *) von 1 Meter Durchmesser, welcher drei Flügel hatte, verbanden die Oeffnung um die Axe desselben mit der Mündung der Röhrenfahrt, und gaben in dem Augenblicke, wenn er in Bewegung gesetzt wurde, einen articulirten Ton an. Der Beobachter am andern Ende der Röhre sah die Lichtflamme sich bewegen zu gleicher Zeit, als er den Ton hörte.

Wir müssen hierbei jedoch bemerken, daß die größte Geschwindigkeit des Windes erst eine ziemliche Zeit später als die erste Wirkung desselben eintraf, wie sich aus der Neigung eines kleinen Anemometers beurtheilen liefs. Dasselbe Mittel belehrte uns, daß, wenn unsere lange Luftsäule eine bedeutende Geschwindigkeit angenommen hatte, diese, wenn wir den Ventilator plötzlich anhielten, nur sehr langsam abnahm. Betrug die größte Geschwindigkeit ungefähr 4 Meter, so verfloßen 67 Sekunden, ehe die Bewegung unmerklich wurde.

Belehrt durch diese Versuche, daß der geringe Druck, den unser kleiner Ventilator hervorbrachte, hinreiche, in der langen Röhrenfahrt einen sehr

*) Nach Art des Windfächers oder der Wettertrommel der Bergleute; vergl. *Annal. N. F. B.* 7. S. 128. *Gilbert.*

merkbaren Wind zu erzeugen, wünschten wir die Geschwindigkeit dieses Windes zu messen. Wir stellten zu dem Ende an die Oeffnung der Röhrenfahrt ein Anemometer, das aus einer rechteckigen Platte von Weisblech, 1800 Quadr. Millim. groß und 3,45 Grammes schwer, bestand, welche sich um eine Axe drehte; und durch die Neigung, in die sie versetzt wurde, die Geschwindigkeit des Windes angab. Hielt sich die Platte ganz horizontal, so mußte der Wind, wie sich aus unsrer Rechnung ergab, eine Geschwindigkeit von ungefähr 4 Meter in der Sekunde haben. Beobachtungen mit der Pitot'schen Röhre gaben dasselbe Resultat. Der Ventilator machte dann in der Secunde drei Umläufe.

Der Wind äußerte sich nicht nur dann auffallend und schnell am Ende einer 447,5 Meter (1380 Fuß) langen Röhre, wenn dieses Ende allein offen war, und alle Luft hergab, die der Ventilator einfog; sondern auch als wir diese Oeffnung bis auf 9 Centim. verminderten, und unmittelbar am Ventilator in der Röhre eine gleich weite Oeffnung anbrachten, wurden Anemometer, welche in diesen Oeffnungen standen, sehr merkbar geneigt; und während der Anemometer zunächst beim Ventilator eine Geschwindigkeit von 2,75 Meter (8,5 Fuß) anzeigte, zeigte der am andern 447,5 Meter (1380 Fuß) entfernten Ende befindliche Anemometer 1,62 Meter (5 Fuß) Geschwindigkeit. Und doch waren die Röhrenfahrten noch nicht untersucht worden, und

es drang daher wahrscheinlich durch mehrere ihrer zahlreichen Fugen Luft hinein.

Wir haben also gefunden, daß schon ein Druck von 2 bis 3 Millimeter (1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien) Wasserhöhe hinreicht, in einer 25 Centim. (9 Zoll) weiten Röhre einen ganz beträchtlichen Wind hervorzubringen, welcher ein Licht in 447,5 Meter (1380 Fuß) Abstand, das vor dieser großen Oeffnung steht, ausbläst, und daß die Fortpflanzung dieses Windes mit derselben Geschwindigkeit als die Fortpflanzung des Schalls vor sich geht. Nach der Schrift des Herrn Bader soll in einer viel weitern Röhre die ganze Kraft eines Wasserrads, welche sich recht gut auf 2 Meter (6 Fuß) Wasserhöhe, also auf das 100fache jener schätzen läßt, kaum zugereicht haben, die Flamme eines 200 Meter (600 Fuß) entfernten Lichtes in Bewegung zu setzen. Unsere Versuche sind also im vollkommensten Widerspruche mit denen, welche Hr. Bader dem Hrn. Wilkinson zuschreibt, und es ist zu vermuthen, daß irgend ein Umstand, den man übersehen hat, in diesen letztern irre geführt hat.

Wir haben diese Gelegenheit zugleich benutzt, die *Geschwindigkeit des Schalls* in den Röhren zu messen. Sie fand sich 340,5 Meter in einer Secunde, bei einer Temperatur von 12,5 der Cent. Skala und 0,76 Meter Barometerstand. Diese Geschwindigkeit weicht nur um 2,5 Meter von der ab, welche sich aus den Versuchen der Akademie ergeben hat (*).

*) Nach den hier mitgetheilten Resultaten der Versuche der

Der durch die Röhren selbst fortgepflanzte Schall läßt sich sehr leicht von dem durch die Luft fortgepflanzten unterscheiden, und hat eine viel größere Geschwindigkeit, als dieser; doch haben wir sie viel kleiner gefunden, als Hr. Biot sie angiebt *); sie schien uns nur 593 Meter in einer Sekunde zu seyn. Die Röhrenfahrt bestand indess aus einer großen Menge durch Schrauben an einander befestigter Röhren, zwischen welchen Leder Scheiben oder andere weiche Körper lagen, und läßt sich daher nicht für einen homogenen Körper nehmen. In diesem würde die Geschwindigkeit des Schalls ohne Zweifel viel größer gewesen seyn.

Die Uebereinstimmung aller Thatfachen, welche wir hier mitgetheilt haben, mit der wahren Theorie der Bewegung der elastischen Flüssigkeiten, scheint uns alle Erklärungen überflüssig zu machen.

Der Herr Verfasser beträgt die Geschwindigkeit des Schalls 1048,2 par. Fuß für 10^6 R., eine Temperatur, für welche die Tafel in der vorhergehenden Abhandlung 1049,5 p. F. angiebt; ihr Resultat stimmt also viel näher, als sie selbst glauben, mit den Versuchen der pariser Akademie überein.

Gilbert.

*) *Annal. N. F. B. V. S.* 407. f.

IV.

Beschreibung eines Horchrohrs (Acroama), das besonders zum Kriegsgebrauche eingerichtet ist,

VON

C. F. A. P R A E T O R I U S,
Prem. Lieuten. zu Dresden.

Noch ist die Idee, so viel ich weiß, von niemand ausgeführt worden, ein Instrument anzugeben, welches einen *entfernten* Schall näher bringt und deutlicher hören macht. Die bisherigen *Hörröhre* dienten bloß zum deutlichen Hören für Harthörige in der Nähe, und verhalten sich daher zu einem solchen Instrumente, wie das Mikroskop zu dem Teleskop. Ein Horchrohr dieser Art würde vorzüglich dem Militair von vielem Nutzen seyn, um auf Vorposten die nächtliche Annäherung des Feindes, und bey Belagerungen die Arbeit der Sappeurs und Mineurs zu entdecken; und dieses hat mich bestimmt zu versuchen, es auszuführen.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß sich der Schall in harten Körpern weiter und schneller fortpflanzt, als in freyer Luft. So erzählt *Hube* (Unterricht in der Naturlehre 1801. B. 1. S. 388.), er habe bey der Belagerung von Münster, an einem

über 20 Meilen davon entfernten Orte, die Schüsse der Batterien sehr deutlich gehört, wenn er das Ohr auf die Erde legte, ungeachtet er in der Luft, bey der größten Aufmerksamkeit, nichts davon hätte wahrnehmen können. Ich selbst habe die Erfahrung gemacht: daß ich das Stampfen einer Oehlmühle bey 4000 Schritt Entfernung noch deutlich hörte, wenn ich ein eisernes Grabseil, mit der flachen Seite gegen den Ort gerichtet, in die Erde steckte und mein Ohr an des Stiels Ende legte; hingegen nichts vernahm, wenn ich das Grabseil mit der Kante nach der Mühle hin richtete. In dieser Lage mußte ich mich ihr bis auf 1800 Schritt nähern, ehe ich das Stampfen hörte, von dem ich durch die freye Luft auch in diesem Abstände nichts, und nicht eher, als bey 1000 Schritt Entfernung etwas vernahm. So unvollkommen dieses Instrument war, so brachte es doch den Schall zu einer vierfachen Annäherung. Daraus läßt sich folgern, daß durch eine geschickte und den Gesetzen der Akustik mehr entsprechende Einrichtung, der Schall wohl möge bis zur zehnfachen Annäherung können gebracht werden.

Nun hört man, bey einer windstillen und geräuschlosen Nacht, in freyer Luft, das Marschiren einer Compagnie auf festem Boden, ohne Schritt, auf 1400 Fuß, und im Schritt auf 2000 Fuß Weite; eine Escadron Cavallerie im Schritt auf 1800 Fuß und im Trapp oder Galopp auf 2600 Fuß weit; und das Fahren des Geschützes im Schritt auf 1600 Fuß

und im Trapp auf 2400 Fuß weit. Nimmt man dafür im Durchschnitt 2000 Fuß zur Weite an; so würde man mittelst eines solchen Horchrohrs die Annäherung des Feindes auf 20000 Fuß, oder auf $\frac{3}{4}$ Meilen Entfernung deutlich wahrnehmen. Ein Resultat, welches zu Versuchen nicht wenig aufmuntern mußte.

Ich habe in dem folgenden Entwurf des Instruments vorzüglich mit darauf gesehen, daß es, außer der Annäherung des Schalls, auch dessen Richtung mit anzeigen möge. Das Instrument besteht aus vier Haupttheilen, welche man auf Taf. I. abgebildet sieht: 1) der *Trommel* a d e h Fig. 1, 3 und 5; 2) der *Kammer* i k l m n o p q Fig. 3 und 5; 3) der *Leitröhre* h i Fig. 1. und 4) dem *Ohrstück* i k Fig. 1. 7 und 8.

Trommel, Kammer und Leitröhre werden von weißem Blech, das Ohrstück aber von Messing gemacht.

Bey der *Trommel* ist des Cylinders c d e f Durchmesser 10 Zoll, Höhe 12 Z., des Kegelstücks b c f g Höhe 6 Z., und des Halses a b g h Höhe 1 Z. u. Durchmesser 3 Zoll.

Bey der *Kammer* ist des Cylinders l m n o Durchmesser $9\frac{1}{2}$ und Höhe 11 Zoll, des Kegelstücks k l o p Höhe 6, und des Halses i k p q Höhe 2 Z. und des letztern Durchmesser $2\frac{1}{2}$ Zoll.

Bey r Fig. 3 und 5 ist eine Messingplatte mit einem Zapfen an m n, und bey s eine Korkscheibe mit einem Zapfenloche an i e befestigt. Die in-

nerer Seite des Halses $abgh$ der Trommel ist mit $\frac{1}{2}$ Zoll starkem Filz ausgelegt, in welchem sich der Hals $ikpq$ der Kammer mit einer geringen Reibung drehen kann.

Um den Schall in der Kammer zu fangen, und durch die Leitröhre fortzupflanzen, hat jene eine Oeffnung $tuvw$ Fig. 5, welche $\frac{1}{4}$ vom Umkreis des Cylinders und dessen ganze Höhe beträgt, wie solches auch die Linie ab in Fig. 4 und 6 zeigt.

Auf den Hals $ikpq$ der Kammer wird die conische Leitröhre gesteckt, welche aus 3 Stücken, jedes 6 Zoll lang, bey. 1. Fig. 1. zusammengesetzt ist, und zwar so, daß jedesmal das obere Stück das untere übergreift.

Bey. i. ist das Ohrstück ik Fig. 1. mit seiner Mündung k der Kammeröffnung entgegen aufgesetzt, welches in Fig. 7 und 8 in einem viermal größern Maßstabe vorgestellt ist. Die Röhre iak Fig. 7. ist gebogen, und hat bey. k eine $\frac{1}{4}$ Zoll weite Oeffnung. Das Stück ak , so 2 Zoll lang ist, ist cylindrisch und auf der äußern Fläche mit einem Schraubengewinde versehen, worauf die hohle Halbkugel bc von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser geschraubt wird. Diese Vorrichtung ist zum feinen Hören sehr nöthig, indem vor jedem Ohre sich in einem Räume von 1 Zoll Abstand eine gewisse Stelle befindet, bey welcher, nach dem Baue des Ohres, in Hinsicht seiner äußern Gehörgänge, der Schall in die Gehöraxe fällt, und von da weiter zur Trommelhaut geleitet wird.

Fig. 2 ist die obere Ansicht von der Trommel, wo AB den Durchschnitt von Fig. 3 und CD von Fig. 5 anzeigt. Fig. 4 und 6 sind die Grundschnitte von Fig. 3 und 5.

Soll das Instrument gebraucht werden, so muß zuvor der Beobachter durch Versuche die Stellung der Hohlkugel des Ohrstücks bestimmt haben, welches auf folgende Weise am besten zu bewerkstelligen ist: Man stellt das Instrument auf hartem Boden, legt sodann eine Taschenuhr neben dasselbe, und sucht durch Vor- und Rückwärts-schrauben der Hohlkugel, den Stand zu finden, in welchem das Picken der Uhr am deutlichsten gehört wird.

Wenn nun das Instrument so vorgerichtet ist, wird es bis an die Linie cf in hartem Boden eingegraben, und der übrige Raum zwischen der Trommel und dem Erdboden mit lockerer Erde ausgefüllt, und nach und nach gleichmäßig festgestampft; sodann dreht der Beobachter mit stets angelegtem Ohre die Leitröhre langsam im Kreise herum, und merkt sich die Richtung, in welcher er einen besondern Schall am deutlichsten gehört hat. In dieser Richtung sucht er nunmehr zu erforschen, ob gehackt, geschossen, gefahren, geritten oder gegangen wird; ob Pferde wiehern, Hunde bellen oder Menschen schreyen, und so weiter. Von allem diesen muß er suchen aus der Stärke des Schalls die Entfernung zu bestimmen, welche Fer-

tigkeit er sich aber zuvor durch mehr Versuche und Erfahrungen muß erworben haben *).

*) Ich habe in diesen *Annal. N. F. B. 7. S. 69.* Versuche im Großen über die Wirkung meines Horchrohrs versprochen; sie zu geben, sehe ich mich aber außer Stande, da das Instrument nicht mehr in meinen Händen ist, und wahrscheinlich unter ähnlichen Dingen auf einer Bodenkammer ruht, wo vielleicht einmahl jemand umsonst wird ergrübeln wollen, was das für ein Ding sey. Aus meinen wenigen Versuchen im Kleinen ergibt sich: daß zwar das Instrument den Schall beträchtlich verstärkt, jedoch die Richtung des Schalls nicht im geringsten anzeigt, zu welchem Zweck doch die innere Einrichtung mit der Kammer getroffen war. Ich hatte geglaubt, der im harten Körper fortgepflanzte Schall sollte einen Theil seiner Bewegung der ihn umgebenden Luftschicht mittheilen, und so, von der Kammer aufgefangen, durch die Leitungsröhre zum Ohre geführt werden; allein diß geschah nicht, der Schall ging durch den Filz im Bleche der Leitrohre fort. Ich fütterte den Hals der Trommel mit Schafpels aus und setzte den Zapfen auf ein kleines Federkissen, um die Fortleitung in dem Bleche zu hemmen; aber dadurch verlor man nur an der Stärke des Schalls, ohne etwas für die Bestimmung der Richtung desselben zu gewinnen. Eine gleiche Bewandniß hatte es mit dem Ohrstücke: hielt man eine Taschenuhr an das Blech, so war bey jeder Stellung der Hohlkugel das Picken von gleicher Stärke zu hören; hielt man aber die Taschenuhr frei in die Oeffnung der Kammer, so pflanzte sich der Schall in der Luft fort, und jetzt zeigte die verschiedene Stellung der Halbkugel einen Unterschied.

Prætorius.

~~Ueber die Theorie des Lichts~~

~~von Thomas Young~~

~~aus dem Englischen~~

~~von~~ **V.** ~~aus dem Englischen~~

Ueber die Theorie des Lichts.

~~von Thomas Young~~

~~aus dem Englischen~~

THOMAS YOUNG, M.D., F.R.S.

damals Prof. d. Phys. an d. Roy. Instit. zu London.

Frei übersetzt

von

Professor Lüncke in Meissen *).

~~aus dem Englischen~~

In der Einleitung sagt der Verfasser: Zu dem Systeme wellenförmiger Schwingungen, welches er zu behaupten unternehme, habe den ersten Grund Newton gelegt, dessen Meinungen weniger von dieser Theorie abweichen, als man jetzt fast allgemein glaube; auch habe Leonhard Euler seine Theorie des Lichts gänzlich von Newton, Hooke, Huyghens und Malebranche entlehnt. Darauf fährt er fort **):

Diejenigen, welche für jede Lehre, die mit Newton's Bewilligung gedruckt ist, eingenommen sind, wie sie es mit dem größten Rechte seyn können, werden wahrscheinlich geneigt seyn, diesen Betrachtungen um so mehr ihre Aufmerksamkeit zu

*) Aus den *Philosoph. Transact. of the R. Soc. of London for 1802.*

**) In dem Folgenden findet keine Abkürzung mehr Statt. L.

denken, je näher sie mit Newton's bigesten Meinungen zusammenstreffen. Aber dieser Ursache warde ich, nachdem ich jeden einzelnen Satz meiner Theorie kürzlich angegeben habe, aus den verschiedenen Schriften Newton's solche Stellen sammeln, welche ihre Annahme zu begünstigen scheinen; und wiewohl ich einige Schriften anführen werde, von welchen man vermuthen kann, daß sie zum Theil bey Bekanntmachung der Optik zurückbehalten worden sind; so soll doch nichts aus ihnen entlehnt werden, was mit dessen reiferm Urtheile streiten könnte.

ERSTE HYPOTHESE.

Ein lichttragender, im hohen Grade dünner und elastischer Aether durchdringt das Universum.

Stellen aus Newton: „Die Hypothese hat, gewiss, eine viel größere Aehnlichkeit mit seiner, eigenen, (nämlich, des D. Hook's Hypothese,) als, er, dabei zu vermuthen scheint, da die Schwingungen des Aethers eben so nützlich und notwendig in dieser als jener sind.“ *).

„Was die Hypothese betrifft, setzt man vor, nämlich, in derselben voraus, daß es ein ätherisches Mittel von derselben Beschaffenheit, als die Luft, aber viel dünner, feiner und viel elastischer, gebe. Man nimmt nicht an, daß dieses Mittel eine gleichförmige Materie sey; sondern, daß es

* Phil. Transact. Vol. VII. p. 5087. Abt. Vol. I. p. 145.
Nov. 1672. K.

„theils aus dem trägen Körper des Aethers, theils
 „aus andern verschiedenen ätherischen Geistern zu-
 „sammengesetzt sey; auf eben die Art, wie die Luft
 „eine Zusammensetzung aus dem trägen Körper der
 „Luft und verschiedenen untergemischten Dämpfen
 „und Ausdünstungen ist: denn die electricen und
 „magnetischen Ausflüsse und die Ursache der
 „Schwere scheinen eine solche Verschiedenheit zu
 „beweisen“ *).

„Wird nicht die Hitze (eines warmen Raumes)
 „mittelt der Schwingungen eines viel feinem Mit-
 „tels, als die Luft ist, durch den leeren Raum ge-
 „führt? und ist dieses Mittel nicht einerlei mit dem
 „Mittel, durch welches das Licht gebrochen und
 „zurückgeworfen wird, und durch dessen Schwin-
 „gungen das Licht den Körpern Hitze mittheilt,
 „und es in den Stand setzt, leicht zurückgeworfen
 „und leicht durchgelassen zu werden? Sollten nicht
 „die Schwingungen dieses Mittels bei heißen Kör-
 „pern zur Stärke und Dauer ihrer Hitze etwas bei-
 „tragen? Sollten nicht heiße Körper den anlie-
 „genden kalten Körpern ihre Hitze durch Schwin-
 „gungen dieses Mittels mittheilen, welche von
 „ihnen bis zu den kalten fortgepflanzt werden? Ist
 „dieses Mittel nicht ungleich dünner und feiner,
 „auch ungleich elastischer und wirksamer, als die
 „Luft? Durchdringt es nicht leicht alle Körper?
 „Wird es nicht mittelt der elastischen Kraft

*) *Birch, Hist. of the Roy. Soc. Vol. III. p. 249. Dec.*
 1675. Y.

„durch den ganzen Himmelsraum verbreitet? Müssen nicht die Planeten, Kometen und alle große Körper ihre Bewegungen in diesem ätherischen Mittel machen, und muß dessen Widerstand nicht so klein seyn, daß er unbedeutend wird? Wenn man zum Beispiel diesen Aether (denn so will ich dasselbe nennen) 700000 mal elastischer und über 700000 mal dünner, als unsere Luft, annimmt; so wird sein Widerstand 600000000 mal kleiner als der des Wassers seyn. Ein so kleiner Widerstand würde bey der Bewegung der Planeten kaum in tausend Jahren eine Aenderung hervorbringen. Sollte jemand fragen, wie ein Mittel so dünn seyn könne: der mag mir zeigen, wie ein electrischer Körper mittelst der Reibung so dünne und feine und doch so mächtige Ausflüsse ausschicken könne, und wie die Ausflüsse eines Magnets durch Glasplatten ohne Widerstand gehen und doch die Magnetnadel hinter dem Glase drehen können.“ *)

ZWEYTE HYPOTHESE.

Es werden in dem Aether Wellenschläge erregt, sobald ein Körper zu leuchten anfängt.

Anmerkung. Ich gebrauche den Ausdruck Wellenschlag **) (*undulation*) vorzugsweise statt *Vibration*, weil man unter *Vibration* gemeiniglich eine Bewegung versteht, welche beständig wechselt.

*) *Optics Qu.* 18. 22. Y.

**) Weil Wellenschlag an Pendelschlag erinnert, und hier Schwingungen zu verstehen sind. A. d. U.

weiss vor, und rückwärts geht, durch Verbindung des Moments des Körpers mit einer beschleunigenden Kraft, welche natürlich mehr oder weniger dauernd ist. Ein Wellenschlag hingegen soll eine solche schwingende Bewegung seyn, welche nach und nach durch verschiedene Theile des Mittels fortrückt, ohne dass ein Theil seine Bewegung fortzusetzen strebt, ausser in so fern er die nachfolgenden Wellenschläge, die von einem wirklich schwingenden Körper veranlasst worden, fortpflanzt; so wie die Schwingungen einer Saite die Wellenschläge, in der Luft hervorbringen, welche den Schall geben.

Stellen, aus Newton's, Wäre ja eine Hypothese anzunehmen; so müsste sie, allgemein erwogen, so beschaffen seyn, dass sie nicht sowohl bestimmt, was das Licht ist, als dass es irgend etwas sey, welches in dem Aether Schwingungen hervorbringen kann. Denn so wird sie allgemein, und umfasst die andern Hypothesen; so wie sie auch wenig Raum für Erfindung einer neuen übrig lässt.*

„Zweitens muss man annehmen, dass der Aether ein schwingendes Mittel, so wie die Luft ist; nur, dass die Schwingungen geschwinder und kleiner sind. Die Schwingungen der Luft, welche von einer gewöhnlichen Menschenstimme hervor- gebracht werden, folgen in der Entfernung eines mehr als halben oder ganzen Fusses auf einander;

*) Birch. Vol. III, p. 249. Dec. 1666.

„aber die des Aethers in einer kleinern Entfernung,
 „als dem hunderttausendsten Theile eines Zolles.
 „So wie in der Luft einige Schwingungen weiter,
 „als andere, jedoch alle gleich geschwind sind;
 „(denn bey dem Lauten der Glocken wird der
 „Schall eines jeden Tones in zwei oder drei Mei-
 „len Entfernung und in derselben Ordnung gehört,
 „nach welcher die Glocken gelautet worden;) so
 „sind auch, wie ich vermaße, die ätherischen
 „Schwingungen in der Ausbreitung, aber nicht in
 „der Geschwindigkeit verschieden. Man kann auch
 „diese Schwingungen, auf welchen die Zurück-
 „werfung und Brechung beruhen, als das vorzüg-
 „lichste Mittel ansehen, wodurch die Theile gäh-
 „render und faulender Massen und Flüssigkei-
 „ten, oder der schmelzenden und brennenden
 „oder andern heißen Körper, ihre Bewegung un-
 „terhalten“ *).

„Wenn ein Lichtstrahl auf die Oberfläche ei-
 „nes durchsichtigen Körpers fällt und daselbst ge-
 „brochen oder zurückgeworfen wird, sollten nicht
 „dadurch wellenartige Schwingungen oder Zitte-
 „rungen in dem brechenden oder zurückwerfenden
 „Mittel erregt werden? Werden diese Schwingun-
 „gen nicht von dem Einfallspuncte an auf große
 „Entfernungen fortgepflanzt? Werden sie nicht die
 „Lichtstrahlen einholen und bei ihrer nach und
 „nach erfolgten Zusammenkunft mit ihnen sie in die

*) *Birch.* Vol. III. p. 251. Dec. 1675.

K.

„oben beschriebenen Zustände versetzen, leichter reflectirt oder leichter durchgelassen zu werden“ *)?

„Das Licht befindet sich in dem Zustande leichter reflectirt oder leichter durchgelassen zu werden, vor dem Einfall in durchsichtige Körper. Wahrscheinlich wird es in einen solchen Zustand, wie bei dessen ersten Auslenkung von leuchtenden Körpern, versetzt, und verharret in demselben während seines ganzen Fortganges“ **).

DRITTE HYPOTHESE.

Die Empfindung der verschiedenen Farben hängt von der verschiedenen Wiederholung der Schwingungen ab, welche von dem Lichte auf der Netzhaut erregt werden.

Stellen aus Newton: „Die Hypothese des Gegners ist in Ansehung ihrer Grundlage mir nicht entgegen. Dessen zum Grunde gelegte Voraussetzung ist, daß die Theile der Körper, wenn sie stark bewegt werden, Schwingungen in dem Aether erregen, welche nach allen Richtungen von diesen Körpern an in geraden Linien fortgepflanzt werden und eine Empfindung des Lichts durch Anstoßen oder Anschlagen gegen den Boden des Auges fast auf dieselbe Art hervorbringen, wie die Schwingungen der Luft eine Empfindung des Schalles durch Schlagen gegen das Gehörorgan verursachen. Folgendes wird jedoch, wie ich glaube, eine freiere und natürlichere Anwendung

*) *Optics Qu. 17.* F.

**) *Optics. lib. II. Part. III. prop. 13.* F.

„dieser Hypothese auf die Auflösung der Erschei-
 „nungen gewähren: Die bewegten Theile der Kör-
 „per erregen, nach ihren verschiedenen Gröſſen,
 „Formen und Bewegungen, in dem Aether Schwin-
 „gungen von verschiedener Tiefe oder Gröſſe, wel-
 „che, wenn ſie vermiſcht bis in unſer Auge durch
 „dieses Mittel fortgepflanzt werden, in uns die Em-
 „pfindung eines Lichts von weißer Farbe hervor-
 „bringen; wenn aber auf irgend eine Art die von
 „ungleicher Gröſſe von einander getrennt worden
 „ſind, ſo werden die größten eine Empfindung der
 „rothen Farbe, die kleinſten oder kürzeſten ein
 „dunkles Violet und die mittlern eine der mittlern
 „Farben erzeugen, eben ſo, wie Körper nach ihren
 „verſchiedenen Gröſſen, Formen und Bewegungen
 „in der Luft Schwingungen von verschiedener
 „Gröſſe erregen, welche nach Beſchaffenheit ihrer
 „Gröſſe verſchiedene Töne geben. Die größten
 „Schwingungen ſind am geſchickteſten, den Wi-
 „derſtand einer brechenden Fläche zu überwinden,
 „und gehen mit der kleinſten Brechung hindurch.
 „Daher müſſen Schwingungen von verschiedener
 „Gröſſe, nämlich die verſchiedenen Farbenſtrahlen,
 „welche in dem Lichte mit einander vermiſcht ſind,
 „durch eine Brechung von einander getrennt wer-
 „den, und ſo die Erſcheinungen des Prisma und
 „anderer brechenden Materien hervorbringen. Von
 „der Dicke einer dünnen durchſichtigen Platte oder
 „Bläſe hängt es ab, ob eine Schwingung bey deren
 „vordern Fläche reflectirt werden oder durchgehen

„soll, so daß sie nach der Anzahl der Schwingungen, welche zwischen zwei Flächen Statt finden, für jede folgende Dicke reflectirt oder durchgelassen werden müssen. Weil die Schwingungen, welche Blau und Violet machen, kleiner, als die, welche Roth und Gelb geben, angenommen werden, so müssen sie bei geringerer Dicke der Platte reflectirt werden. Dieses ist hinreichend, alle gewöhnliche Erscheinungen bei dünnen Platten und Blasen und also aller Naturkörper zu erklären, deren Theile als eben so viel Fragmente solcher Platten anzusehen sind. Diese Bedingungen scheinen die einfachsten, natürlichsten und nothwendigsten bei dieser Hypothese zu seyn, und sie stimmen so genau mit meiner Theorie überein, daß, wenn der Gegner sie hinzuzufügen für dienlich hält, er es dieserhalb nicht nöthig hat, sich von ihr zu trennen. Wie er jedoch die Hypothese gegen andere Schwierigkeiten vertheidigen will, weiß ich nicht“ *).

„Um die Farben zu erklären, nehme ich an, daß, so wie Körper von verschiedener Größe, Dichtigkeit oder Reizbarkeit, wenn sie gestoßen oder sonst gerührt werden, verschiedene Töne und also verschiedentlich große Schwingungen in der Luft hervorbringen, auch die Lichtstrahlen, die auf harte brechende Flächen fallen, Schwingungen in dem Aether von verschiedener Größe

*) *Phil. Transact.* Vol. VII. p. 5088. *Abr.* Vol. I. p. 145. Nov. 1672. Y.

„erregen; daß die größten, stärksten oder wirk-
 „samsten Strahlen die größten Schwingungen und
 „andere nach ihrer Größe, Stärke oder Kraft die
 „kleinern Schwingungen geben. Da nun die En-
 „den der Fäden des optischen Nerven, welche die
 „Netzhaut bilden, dergleichen brechende Flächen
 „sind; so müssen die Lichtstrahlen, wenn sie auf-
 „fallen, daselbst dergleichen Schwingungen erre-
 „gen, welche (gleich denen des Schalls im Sprach-
 „rohre oder der Trompete) längs der feuchten
 „Zwischenräume oder des durchsichtigen Markes
 „durch den optischen Nerven hindurch in das Sen-
 „sorium laufen und daselbst die Empfindung von
 „verschiedenen Farben nach Beschaffenheit ihrer
 „Größe und Mischung veranlassen: die größten die
 „Empfindung von den stärksten Farben, Roth und
 „Gelb; die kleinsten von den schwächsten, Blau
 „und Violet; die mittlern von Grün, und eine Mi-
 „schung aller, die Empfindung von Weiß auf eben
 „dieselbe Art, wie die Natur bey dem Sinne des
 „Gehörs sich der Schwingungen in der Luft von
 „verschiedener Größe bedient: denn auf die Ana-
 „logie der Natur muß man achten“ *).

„Wenn man die Dauer der von dem Lichte
 „auf dem Boden des Auges verursachten Bewegun-
 „gen betrachtet, sind sie nicht von schwingender
 „Beschaffenheit? Müssen nicht die brechbarsten
 „Strahlen die kürzesten Schwingungen, die weniger
 „brechbaren die größten erregen? Sollte nicht die

*) *Bireh.* Vol. III. p. 262. Dec. 1674. F.

„Harmonie und Disharmonie der Farben von den
„Verhältnissen der Schwingungen entspringen. wel-
„che durch die Fäden des optischen Nerven in das
„Gehirn gehen; so wie der Wohl- und Uebel-
„klang des Schalles von den Verhältnissen der
„Schwingungen in der Luft entsteht“ *)?

Anmerkung. Weil es aus der hier von New-
ton angegebenen Ursache wahrscheinlich ist, daß
die Bewegung der netzförmigen Haut vielmehr
schwingend als wellenartig ist, so muß die Menge
der Schwingungen von der Beschaffenheit dieses
Werkzeuges abhängen. Da man es sich nun kaum
als möglich denken kann, daß jeder empfindende
Punct der Netzhaut eine unendliche Menge Theile
enthalte, wovon jeder mit jedem möglichen Wel-
lenschlage in vollkommener Uebereinstimmung zu
vibriren fähig ist; so wird es nöthwendig, eine
kleine Zahl, zum Beispiel die drey Hauptfarben,
Roth, Gelb und Blau anzunehmen, deren Wellen-
schläge sich in der Größe beinahe wie die Zahlen
8, 7 und 6 verhalten, und daß jeder dieser Theile
fähig sey, durch die von der vollkommenen Ueber-
einstimmung weniger oder mehr abweichenden
Wellenschläge in schwächere oder stärkere Bewe-
gung gesetzt zu werden. So werden zum Beispiel
die Wellenschläge des grünen Lichtes, welche sich
beinahe in dem Verhältnisse von $6\frac{1}{2}$ befinden, jene
Theile in eben derselben Uebereinstimmung mit
Gelb und Blau rühren und denselben Effect, als

*) *Optics* Qu. 16. 13. 14.

das aus diesen beiden Arten zusammengesetzte Licht, hervorbringen, und jeder empfindende Faden des Nerven wird drei Theile enthalten, wovon jeder einer Hauptfarbe zugehört. Nimmt man diese Voraussetzung an, so erhellet, daß der Versuch, mit den Farben einen musikalischen Effect hervorzubringen, nicht nach Wunsch ausfallen könne, oder daß man wenigstens mit ihnen nichts mehr als eine sehr einfache Melodie nachahmen werde: denn der Zeitraum, in welchem in der That der Wohlklang einer Consonanz beruhet, da er ein Vielfaches der Zeiträume der einzelnen Wellenschläge ist, würde in diesem Falle ganz ohne begrenzte Empfindungen der Netzhaut seyn und seine Wirkung verlieren; gleichwie der Wohlklang einer Tertie oder Quarte verderbt wird, wenn man sie auf den niedrigsten Noten der musikalischen Skale spielt. Bei dem Hören scheint kein Theil des Gehörwerkzeuges fortdauernde Schwingungen zu haben.

VIERTE HYPOTHESE

Alle Körper haben eine Anziehung gegen das ätherische Mittel, mittelst welcher es sich in ihnen anhäuft und sie in einer kleinen Entfernung im Zustande einer größern Dichtigkeit, aber nicht einer größern Elasticität umgiebt.

Es ist schon gezeigt worden, daß die drei vorigen Hypothesen, welche man Grundhypothesen nennen kann, buchstäblich Theile des mehr zusammengesetzten Newton'schen Systems sind. Diese

vierte Hypothese weicht vielleicht in einigen Stücken von dem etwas ab, was ich aus vorhergehenden Schriftstellern vorgetragen habe, und ist der Hypothese Newton's ganz entgegen: allein da beide in sich selbst gleich wahrscheinlich sind, so ist der Einwurf bloß zufällig und es ist nur zu untersuchen, welche am besten geschickt ist, die Erscheinungen zu erklären. Vielleicht könnte man an ihrer Statt andere Voraussetzungen annehmen, und ich betrachte sie daher nicht als eine Grundhypothese, jedoch scheint sie mir die einfachste und beste unter allen zu seyn, welche mir vorgekommen sind.

ERSTER SATZ.

Alle Schläge werden in einem gleichartigen elastischen Mittel mit einer gleichen Geschwindigkeit fortgepflanzt.

Jeder Versuch, der sich auf den Schall beziehet, führt auf die Bemerkung, welche schon von Newton angeführt worden, daß alle Wellenschläge mit gleicher Geschwindigkeit durch die Luft fortgepflanzt werden, und dieses ist nachher durch Rechnung bestätigt worden *). Wenn die Schläge so groß sind, daß sie der Materie nach die Dichtigkeit des Mittels stören, so bleibt es nicht länger gleichartig; in so fern sie aber unsere Sinne betreffen, kann die Größe der Bewegung als unendlich klein angesehen werden. Es ist zu verwundern, daß Euler, wiewohl er alles dieses wußte, dennoch be-

*) Lagrange *Misc. Taur.* Vol. I. p. 91. So auch viel kürzer in seinem *Syllabus of a course of Lectures on Natural and Experimental Philosophy.* Article 289. K.

haupte konnte, daß die zahlreichern Wellenschläge schneller fortgepflanzt würden *). Es ist möglich, daß die wirkliche Geschwindigkeit der Theile des lichtbringenden Aethers gegen die Geschwindigkeit der Wellenschläge in einem viel kleinern Verhältnisse, als bei dem Schalle, stehe; denn Licht, welches durch die Bewegung eines Körpers hervor gebracht worden, wird in derselben Zeit hundert Millionen Meilen durchlaufen, in welcher der Körper blos eine Meile vollendet.

Erste Anmerkung. Es ist bewiesen worden, daß sich bei verschiedenen Mitteln die Geschwindigkeit wie die Quadratwurzel aus der Kraft gerade und aus der Dichtigkeit umgekehrt verhalte **).

Zweite Anmerkung. Aus den Erscheinungen bei elastischen Körpern und dem Schalle erhellet, daß die Wellenschläge einander durchkreuzen können, ohne sich zu hindern; daraus folgt jedoch nicht, daß die verschiedenen Farben des weißen Lichtes ihre Wellenschläge unter einander mischen müssen. Denn wenn man auch annimmt, daß die Schwingungen der Netzhaut nur den fünfhundertsten Theil einer Secunde nach ihrer Erregung fort dauern, so werden eine Million Schwingungen auf einer jeden Million Farben in bestimmter Folge in diesem Zeitraume daselbst eintreffen und dieselbe

*) In seiner *Theoria musices* und in den *Conjectures physiques*. Y.

*) *Misc. Taur.* Vol. I. p. 91. *Young's Syllabus.* Art. 294. Y.

Empfindung erregen, als wenn alle Farben genau in demselben Augenblicke angelangt wären.

ZWEITER SATZ.

Ein Wellenschlag, welcher von der Schwingung eines einzelnen Theiles zu entstehen anfängt, muß sich in einem gleichartigen Mittel kugelförmig, jedoch mit verschiedenen Größen der Bewegung seiner verschiedenen Theile ausbreiten.

Weil jeder Schlag, er mag als positiv oder negativ betrachtet werden, mit einer unveränderlichen Geschwindigkeit fortgepflanzt wird, so muß jeder Theil des Wellenschlages in gleichen Zeiten gleiche Räume von dem schwingenden Punkte an beschreiben. Nimmt man an, der schwingende Theil rücke während dieser Bewegung auf eine kleine Weite nach einer gegebenen Richtung fort, so wird die Hauptkraft des Wellenschlages natürlich in derselben Richtung vorwärts seyn; rückwärts ist die Bewegung gleich nach entgegengesetzter Richtung; und unter rechten Winkeln auf der Schwingungslinie wird der Wellenschlag verschwinden.

Damit ein solcher Wellenschlag seine Bewegung auf eine beträchtliche Entfernung fortsetzen könne, muß ein jeder Theil desselben ein Bestreben haben, in seiner eigenen Bewegung nach einer geraden Linie zu verharren: denn wenn der Ueberschuß der Kraft bei irgend einem Theile sich den nahe liegenden Theilen mittheilte, so wäre kein Grund vorhanden, warum er sich daselbst nicht sehr bald

durchgängig gleich vertheilen oder, mit andern Worten, ganz aufheben sollte, weil Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen sich einander aufheben müssen. Die Entstehung des Schalles von den Schwingungen der Saiten ist offenbar von dieser Art; dahingegen bei einer kreisförmigen Wasserwelle alle Theile in demselben Augenblicke steigen oder sinken. Es würde schwer seyn, mathematisch zu zeigen, auf welche Art diese Ungleichheit der Kraft erhalten wird; es scheint vielmehr unvermeidlich, von Thatfachen auszugehen, und da die Hydrodynamik so unvollkommen ist, daß wir die so einfache Aufgabe, die Zeit zu finden, in welcher ein Gefäß bei einer gegebenen Oeffnung ausgeleert wird, nicht auflösen können; so kann man nicht erwarten, daß wir im Stande sind, von so verwickelten Reihen der Erscheinungen, als die der elastischen Flüssigkeiten sind, vollkommene Rechenschaft zu geben. Huyghens's Theorie erklärt jedoch den Umstand auf eine ziemlich überzeugende Art. Er nimmt an, jedes Theilchen des Mittels pflanze einen eigenen Wellenschlag nach allen Richtungen fort; hiervon werde die gemeinschaftliche Wirkung alldann erst merkbar, wenn ein Theil der Wellenschläge in der Richtung und Zeit zusammentreffen; hieraus erhelle leicht, daß ein solcher allgemeiner Wellenschlag in allen Fällen geradeförmig mit gleichmäßiger Kraft fortgehen müsse. Allein aus dieser Voraussetzung scheint zu folgen, daß eine größere Menge Kräfte

durch die verschiedenen Richtungen der einzelnen Wellenschläge verloren gehen müsse, als es mit der wirklichen Fortpflanzung auf irgend eine beträchtliche Entfernung zu bestehen scheint. Man begreift jedoch leicht, daß eine solche Einschränkung der Bewegung hier statt finden müsse; denn wenn man annimmt, daß die GröÙe der Bewegung eines gewissen Theiles, anstatt immer gerade vorwärts zu gehen, auf die GröÙe des nachbarlichen Theiles der Welle wirkte, so müÙte alsdann ein Bestreben von einem innern nach einen äußern Kreis in einer schiefen Richtung in derselben Zeit, als nach der Richtung des Halbmessers, und also mit einer größern Geschwindigkeit wirken, welches dem ersten Satze entgegen ist. Bei dem Wasser läßt sich die Geschwindigkeit auf keine Art so genau bestimmen, als bei einem elastischen Mittel. Es ist jedoch nicht nöthig, noch wahrscheinlich, anzunehmen, daß daselbst gar keine, auch nicht die geringste, Seitenmittheilung der Kraft bei einem Wellenschlage Statt finde; nur bei höchst elastischen Mitteln ist diese Mittheilung beinahe unmerklich. Wenn eine Saite gut gespannt ist, wird sie in der Luft genau solche Schwingungen fortpflanzen, als wir beschrieben haben. Sie werden in der That viel weniger wirksam seyn, als wenn sich die Saite in der Nähe eines schallenden Bretes befindet; und wahrscheinlich in dem Maasse, als diese Seitenmittheilung der Bewegungen eine entgegengesetzte Richtung hat. Die verschiedene Spannung der verschie-

denen Theile von einem kreisförmigen Wellenschlage kann man wahrnehmen, wenn man eine gewöhnliche Stimmgabel, während sie tönt, in der Entfernung einer Armlänge in der durch das Ohr gehenden Ebene hält, und sie allmählig aufrichtet, bis sie auf dieser Fläche senkrecht steht.

DRITTER SATZ.

Wird ein Theil eines sphärischen Wellenschlages durch eine Oeffnung in ein ruhendes Mittel geleitet, so wird er in concentrischen Kreisen geradlinigt fortgepflanzt, welche zur Seite von schwachen und unregelmäßigen Theilen der nunmehr divergirenden Wellenschläge begrenzt sind.

Man kann annehmen, daß in dem Augenblicke des Durchganges an dem Umfange eines jeden Wellenschlages ein besonderer Wellenschlag erzeugt wird, welcher den Winkel zwischen den Strahlen und der Grenzfläche des Mittels ausfüllt. Dieser kann jedoch durch divergirende Bewegung eines andern Theils des Wellenschlages keinen merklichen Zuwachs an Wirksamkeit erhalten, weil die Uebereinstimmung der Zeit fehlt, wie es schon in Ansehung der verschiedenen Kraft bei dem sphärischen Wellenschlage erklärt worden ist. Zwar, wenn die Oeffnung sehr klein gegen die Breite eines Wellenschlages ist, so wird der zuletzt entstandene Wellenschlag beinahe die ganze Kraft des durchgegangenen Theils hinwegnehmen; und dieses ist der von Newton in seinen *Principiis* betrachtete Fall. Aber es kann mit dem Lichte wegen der Kleinheit der Wellenschläge und wegen Einmischung der Einbeu-

gung kein Versuch gemacht werden. Und doch divergiren wirklich einige schwache Strahlen über alle wahrscheinliche Grenzen der Einbeugung hinaus, und machen den Rand der Oeffnung auf allen Seiten sehr sichtbar; diese schreibt Newton *) irgend einer unbedeutenden Ursache zu, welche von der Einbeugung verschieden sey, welches ganz mit der Erklärung dieses Satzes übereinstimmt.

Die concentrischen Kreise *Fig. 1. Taf. II.* stellen die gleichzeitige Lage gleichartiger Theile von einer Anzahl auf einander folgender Wellenschläge vor, welche sich von dem Punkte A aus verbreiten. Sie stellen also die Lage eines jeden Wellenschlages nach dem andern dar. Man setze, die Kraft eines jeden Wellenschlages werde durch die Breite der Linie ausgedrückt und der Lichtkegel ABC gehe durch die Oeffnung BC, so werden die Hauptwellenschläge in gerader Richtung gegen GH fortgehen, und auf jeder Seite werden sich schwache Strahlen von B und C aus, als ihrem Mittelpunkte, verbreiten, ohne daß sie einen Zuwachs an Kraft von einem Punkte D des Wellenschlages erhalten, wie aus der Ungleichheit der Linien DE und DF erhellet. So bald wir aber eine schwache Seitenverbreitung der äußern Theile des Wellenschlages gelten lassen, so muß sie seine Kraft schwächen, ohne daß dieses zerstreute Licht einen Zuwachs an Materie erhält, und seine Grenze wird anstatt der geraden Linie BG die Gestalt von CH annehmen,

*) *Optics* I. III. obs. 5.

weil der Verlust an Kraft größer in der Nähe von C, als in größern Entfernungen seyn muß. Diese Linie trifft mit der Grenze des Schattens in Newtons erster Beobachtung Fig. 1. überein; und es ist vielleicht, zu glauben, daß eine solche Zerstreuung des Lichts die Ursache der Vergrößerung des Schattens bei dieser Beobachtung war, als wenn man sie der Wirkung einer einbeugenden Atmosphäre zuschreibt, welche um den dreißigsten Theil eines Zolles auf jeder Seite hätte ausgedehnt seyn müssen, um dieses zu bewirken; wenn man besonders überlegt, daß der Schatten nicht durch Einschließung der Luft mit einem dichtern Mittel, als Luft, eingezogen worden ist, welches höchst wahrscheinlich ihre beugende Atmosphäre geschwächt und zusammengedrückt haben müßte. Bei andern Umständen scheint die Seitenverbreitung die Breite des Lichtstrahls zu vergrößern, statt sie zu verringern.

Da der Gegenstand dieses Satzes allezeit als der schwierigste des wellenförmigen Schwingungs-Systems angesehen worden ist, so will ich hier besonders die Einwürfe untersuchen, welche Newton dagegen vorgebracht hat.

„Mir scheint die Hauptvoraussetzung an sich, unmöglich zu seyn, daß nämlich die Wellen oder Schwingungen einer Flüssigkeit wie die Lichtstrahlen in gerader Linie fortgepflanzt werden können, ohne sich in dem ruhenden Mittel, von welchem sie umgeben sind, fortzusetzen und sehr weit allenthalben kreisförmig auszubreiten. Ich müßte mich

„irren, wenn sowohl Versuch als Beweis nicht das
„Gegentheil darthun sollten“ *).

„*Motus omnis per fluidum propagatus di-*
„*uergit a recto tramite in spatia immota.*“

„*Quoniam medium ibi*“ in der Mitte einer
durchgegangenen Welle, „*densius est, quam in*
„*spatiis hinc inde, dilatabit sese tam versus spa-*
„*tia utrinque sita, quam versus pulsum rariora*
„*intervalla; eoque pacto — pulsus eadem fere*
„*celeritate sese in medii partes quiescentes hinc*
„*inde relaxare debent; — ideoque spatium to-*
„*tum occupabunt — Hoc experimur in sonis* **).

„Sind nicht alle Hypothesen irrig, wo man
„annimmt, das Licht bestehe in einem Drucke oder
„einer Bewegung, welche durch ein flüssiges Mittel
„fortgepflanzt wird? — Wenn es in Drucke oder
„in einer Bewegung bestände, sie mögen entweder
„augenblicklich oder in Zeit vorgehen, so müßte
„es in den Schatten herein gebogen werden. Denn
„Druck oder Bewegung können in einer Flüssigkeit
„nicht in gerader Linie ohne Hindernisse fortgehen,
„welche die Bewegung zum Theil hemmen; son-
„dern sie werden allenthalben neben den Hinder-
„nissen hindurch sich in dem ruhenden Mittel bie-
„gen und ausbreiten. Die Wellen auf der Fläche
„eines stehenden Wassers, welche an den Seiten
„eines breiten Gegenstandes, der sie aufhält, vor-
„begehen, biegen sich nachher und breiten sich
„hin-

*) *Philos. Transact.* VII. 5089. *Abd.* I. 146. Nov. 1672. R.

**) *Princip.* lib. II. prop. 42.

„hinter dem Gegenstande in dem ruhenden Wasser
 „nach und nach aus. Die Wellen, Schläge oder
 „Schwingungen der Luft, in welchen der Schall be-
 „steht, biegen sich offenbar, obschon nicht so
 „stark, als die Wasserwellen. Denn eine Glocke
 „oder Kanone kann hinter einem Berge gehört wer-
 „den, hinter welchem man den schallenden Körper
 „nicht siehet, und der Schall wird eben so leicht
 „durch krumme, als gerade Röhren fortgepflanzt.
 „Aber von dem Lichte weiß man niemals, daß es
 „krummen Wegen folge, noch daß es sich in den
 „Schatten beuge. Denn die Fixsterne werden nicht
 „mehr gesehen, wenn einer der Planeten sie be-
 „deckt; eben so wenig die Theile der Sonne, wenn
 „der Mond oder Mercur oder Venus vor ihnen stehn.
 „Die Lichtstrahlen, welche sehr nahe beiden Rändern
 „eines Körpers vorbeigehen, werden durch Ein-
 „wirkung des Körpers ein wenig gebogen; aber
 „diese Biegung ist nicht gegen, sondern von dem
 „Schatten, und dieses geschieht blos, wenn der
 „Lichtstrahl bei dem Körper, und zwar sehr nahe,
 „vorbeigehet. So bald der Strahl bei dem Körper
 „vorbei ist, gehet er gerade fort“ *).

Der aus den *Principiis* angeführte Satz ist dem
 meinigen nicht geradezu entgegen; denn er sagt
 nicht, daß eine solche Bewegung gleichförmig nach
 allen Richtungen divergiren müsse; auch kann nicht
 mit Wahrheit behauptet werden, daß die Theile ei-
 ner elastischen Flüssigkeit, denen eine Bewegung

*) *Optics*, Qu. 28.

mitgetheilt worden, diese Bewegung gleichförmig nach allen Richtungen verbreiten müssen *). Nur dieses kann man daraus schließen, daß die Seitentheile der Welle etwas schwächer werden und daß daselbst eine schwache Ausbreitung nach jeder Richtung Statt finden müsse; aber ob einer dieser Erfolge hinlänglich groß sey, um bemerkt zu werden, würde nicht durch Schlüsse ausgemacht werden können, wenn dessen Bejahung nicht durch Erfahrung wahrscheinlich gemacht würde.

Aus der Analogie mit andern Flüssigkeiten muß dieser natürliche Schluß folgen: „Die Wellen der Luft, in welchen der Schall besteht, biegen sich offenbar nicht so stark, als die Wasserwellen,“ da das Wasser unelastisch und die Luft ein mittelmäßig elastisches Mittel ist: weil aber der Aether höchst elastisch ist, so müssen sich dessen Wellen viel weniger als die der Luft, und daher fast unmerklich biegen. Der Schall wird durch gekrümmte Röhren fortgepflanzt, weil ihre Wände geschickt sind, den Schall zu reflectiren, so wie das Licht durch eine gebogene Röhre fortgepflanzt werden

*) *Phil. Transact. for 1800.* p. 109-112.

Y.

Das heißt, des Verfassers Untersuchungen über Schall und Licht, von denen die *Annalen* J. 1806. St. 7 und 8. B. 22. S. 249, 337. eine merkwürdige deutsche Bearbeitung vom Herrn Director Vieth in Dessau enthalten. Der 10te Abschnitt (S. 337.) betraf die Analogie zwischen Schall und Licht, und was ich dort S. 348. *Anm.* von den fernern dahin gehörigen Arbeiten Young's mitzutheilen versprochen habe, findet der Leser hier und in dem nächstfolgenden Stücke.

würde, wenn sie inwendig vollkommen polirt wäre. Das Licht eines Fixsterns ist viel zu schwach, als daß es bei seiner schwachen Divergenz eine sichtbare Erleuchtung an dem Rande eines Planeten machen könnte, der ihn bedeckt; und die Unterbrechung des Sonnenlichtes von dem Monde gehört eben so wenig hierher, als die Annahme von Inflexion unrichtig ist.

Gegen den von Huyghens für die geradlinigte Fortpflanzung der Wellenschläge angeführten Grund hat Newton keine Einwendung gemacht, weil er vielleicht die Natur der Bewegungen eines elastischen Mittels nicht kannte, da sie von einem besondern Schwingungsgesetze abhängen, welches von neuern Mathematikern verbessert worden ist *). Ueberhaupt kann man diesen Satz mit Sicherheit als gültig annehmen, so wie er auch mit der Analogie und mit der Erfahrung vollkommen bestehet.

VIERTER SATZ

Wenn ein Wellenschlag bei einer Fläche ankommt, welche die Grenze eines Mittels von verschiedener Dichtigkeit ist, so findet eine theilweise Zurückwerfung Statt, welche mit der Differenz der Dichtigkeiten im Verhältnisse steht.

Dieses läßt sich aus der Analogie elastischer Körper von verschiedener Größe, wo nicht beweisen, doch wenigstens erläutern. Wenn ein kleiner elastischer Körper gegen einen größern stößt,

M 2

*) *Philos. Transact. for 1800. p. 116. P. Diese Anna-*
len B. 22. St. 8. S. 337 f. G.

so ist bekannt, daß der kleine stärker oder schwächer, nach dem Verhältnisse des Unterschiedes ihrer Gröſſen, zurückgeworfen wird. Auf diese Art findet allezeit eine Reflexion Statt, wenn die Lichtstrahlen aus einer dünnern in eine dichtere Schicht des Aethers gehen; und so entstehet sehr oft ein Echo; wenn der Schall gegen feste Körper schlägt. Wenn ein größerer Körper einen kleinern stößt, so treibt er ihn fort, ohne, daß er seine ganze Bewegung verliert. Eben so theilen die Theile der dichtern Schicht des Aethers nicht ihre ganze Bewegung der dünnern mit; sie werden aber in ihrem Bestreben, sich fortzubewegen, mit gleicher Kraft durch Attraction der brechenden Materie zurückgehalten; und solchergestalt wird allezeit eine Reflexion zum zweiten Mahle hervorgebracht, wenn die Lichtstrahlen aus einer dichtern in eine dünnere Schicht gehen^{*)}. Es ist jedoch nicht unumgänglich nothwendig, in dem letztern Falle eine Attraction anzunehmen, weil sich ohne dieselbe das Bewegungsvermögen rückwärts fortpflanzen und der Wellenschlag sich verkehren wird; indem eine Verdünnung auf die Verdichtung folgt. Dieses wird man vielleicht mit den Erscheinungen am besten übereinstimmend finden.

FÜNFTER SATZ.

Wenn ein Wellenschlag durch eine Fläche, welche die Grenze verschiedener Mittel ist, geleitet wird, so geht er

^{*)} *Philos. Transact. for 1800. p. 127. und diese Annal. B. 21. S. 348 f.*

in einer solchen Richtung fort, daß die Sinus der Einfall- und Brechungswinkel sich in dem beständigen Verhältnisse der Geschwindigkeit der Fortpflanzung in diesen beiden Mitteln befinden. (*Barrow Lect. Opt. II. p. 4.*; *Huyghens de la Lum. cap. 3.*; *Euler Conj. physiques; Philosoph. Transact. for 1800. p. 128.* (*Annal. B. 22. S. 347 f.*); *Young's Sylabus Art. 382.* Y.

Erster Zusatz. Dieselben Demonstrationen beweisen die Gleichheit des Einfalls- und Reflexionswinkels.

Zweiter Zusatz. Aus den Versuchen über die Brechung der verdichteten Luft erhellet, daß sich das Verhältniß des Unterschiedes der Sinus einfach wie die Dichtigkeit ändert. Hieraus folgt, nach Anm. 1. des ersten Satzes, daß der Ueberschuß über die Dichtigkeit des ätherischen Mittels sich wie das Quadrat der Dichtigkeit der Luft verhalte, indem jeder Theil mit den nahe liegenden gemeinschaftlich strebt, einen größern Theil davon anzu ziehen.

SECHSTER SATZ.

Wenn ein Wellenschlag auf die Fläche eines dünnern Mittels so schief fällt, daß er nicht regelmäßig gebrochen werden kann, so wird er ganz unter einem Winkel zurückgeworfen, der dem Einfallswinkel gleich ist. — (*Philos. Transact. for 1800. p. 128. Y. u. Annal. B. 22. S. 347.*)

Zusatz. Diese Erscheinung dient, die stufenweise Zu- und Abnahme der Dichtigkeit an der gemeinschaftlichen Grenzfläche zweier Mittel zu zeigen, wie in der vierten Hypothese angenommen

worden ist, wiewohl Huyghens dieses etwas anders zu erklären gesucht hat,

SIEBENTER SATZ.

Wenn man annimmt, daß gleich weit entfernte Wellenschläge durch ein Mittel gehen, dessen Theile langsamere Schwingungen, als die Wellenschläge sind, aufnehmen können, so wird durch dieses Bestreben zu schwingen ihre Geschwindigkeit etwas, und zwar in demselben Mittel um desto mehr vermindert werden, je häufiger die Wellenschläge sind.

Denn so oft der Zustand eines Wellenschlages eine Veränderung der wirklichen Bewegung eines Theiles, welches ihn fortpflanzt, erfordert, so wird er durch das Bestreben der Theile, ihre Bewegung etwas länger fortzusetzen, verzögert werden, und diese Verzögerung wird desto öfterer und desto größer seyn, je größer der Unterschied der Zeiten des Wellenschlages und der natürlichen Schwingung ist.

Zusatz. Es war lange eine angenommene Meinung, daß die Hitze in Schwingungen der Theile der Körper bestehe, und daß sie mit Wellenschlägen durch einen scheinbar leeren Raum zu gehen geschickt sey (*Newt. Opt. Qu. 18.*). Diese Meinung hat man ohnlängst ganz aufgegeben. Der Graf Rumford, Prof. Pictet und Davy sind fast die einzigen, welche sie zu billigen schienen. Sie scheint aber auch ohne hinlängliche Gründe verworfen worden zu seyn, und wird wahrscheinlich wieder sehr bald allgemeiner werden.

Man setze, daß diese Schwingungen nicht so häufig, als die des Lichtes, sind, so werden alle Körper langsamer, fortdauernden Schwingungen unterworfen seyn, als die des Lichtes sind; und obgleich fast alle der leuchtenden Schwingungen fähig sind, wenn sie sich im Zustande des Glühens oder in Verbindung mit dem Sonnenphosphor befinden, so sind sie doch nicht so leicht und in einem viel geringern Grade beweglich, als die Schwingung der Hitze. Aus diesen Voraussetzungen folgt, daß die schneller leuchtenden Wellenschläge mehr, als die weniger schnellen, verzögert werden, und als also das blaue Licht mehr, als das rothe, und eine strahlende Hitze, weniger, als alle, brechbar sey. Dieses trifft mit den sehr schätzbaren Versuchen des D. Herschel *) genau überein. Man kann also leicht einsehen, daß die Beschaffenheit, langsamer zu schwingen, die Wellenschläge desto mehr zu verzögern streben werde, je häufiger sie sind, und daß die brechende Kraft fester Körper durch eine Erhöhung der Temperatur merklich wachsen könne, wie aus Eulers Versuchen **) wirklich zu folgen scheint.

Anmerkung. Sollte dieser Satz dessen ungeachtet unzureichend erwiesen scheinen, so muß man wenigstens eingestehen, daß er die Erscheinungen eben so gut erklärt, als auf der andern

*) *Philos. Transact.* for 1800, p. 284, und daraus in diesen *Ann.* B. 7, 10, 12. X

**) *Mém. de l'Acad. de Berlin* 1762. p. 328. Y

Seite alles, was sich aus der Lehre von der Warfbewegung anführen läßt. Den wenn man eine beschleunigende Kraft annimmt, so muß sie in einem andern Verhältnisse wirken, als nach der Grösse der Theilchen, und wenn wir diese eine Wahlverwandtschaft nennen, so heisset das bloß, mittelst eines chemischen Wortes unsere Unfähigkeit verhüllen, die mechanische Ursache aufzufinden. Herrn Short schien, als er durch Beobachtung die Geschwindigkeit des Lichts aller Farben gleich fand, dieses ein so starker Einwand zu seyn, daß er daraus sogleich einen Schluss zum Vortheile des wellenförmigen Schwingungssystems zog. Es wird in diesem Satze angenommen, daß, wenn das Licht durch Brechung zerstreuet wird, sich die Theile der brechenden Materie im Zustande einer wirklichen Bewegung hin und her befinden, und dadurch zu dem Durchgange des Lichtes beitragen. Wir müssen aber gestehen, daß wir bei dieser Gestalt der Sachen uns keinen bestimmten und genauen Begriff von den Kräften machen können, welche diese Schwingungen der Theile unterhalten.

ACHTER SATZ.

Wenn zwei Wellenschläge verschiedenen Ursprungs, entweder vollkommen oder sehr nahe in der Richtung zusammenkommen, so ist ihr gemeinschaftlicher Effect eine Combination der Bewegungen von beiden.

Weil jeder Theil des Mittels von jedem Wellenschlage gerührt wird, die Richtungen mögen sich vereinigen, wo sie wollen, so können die Wellen-

schläge nicht anders, als durch Vereinigung ihrer Bewegungen fortrücken, so, daß ihre gemeinschaftliche Bewegung die Summe oder die Differenz der einzelnen Bewegungen wird, so wie ähnliche oder unähnliche Theile des Wellenschlages zusammenfallen.

Ich habe mich bei anderer Gelegenheit weitläufig für die Anwendung dieses Satzes auf die Musik erklärt *), er scheint aber von noch ausgebreiteterm Nutzen bei *Erklärung der Erscheinungen der Farben* zu seyn. Die Wellenschläge, welche wir jetzt mit einander vergleichen wollen, sind solche, welche gleich oft in einerlei Zeit erfolgen. Wenn zwei Reihen derselben genau in einem Zeitpunkte zusammentreffen, so muß offenbar die vereinigte Geschwindigkeit der einzelnen Bewegungen größer und in der That wenigstens doppelt so groß, als die einzelnen Geschwindigkeiten seyn. Sie muß auch am kleinsten seyn, und bei gleicher Stärke der Wellenschläge ganz aufgehoben werden, wenn die Zeit der größten vorwärtsgelenden Bewegung bei einem Wellenschlage, mit der Zeit der größten rückgängigen Bewegung bei dem andern zusammentrifft. Bei mittleren Zuständen wird der vereinigte Wellenschlag die mittlere Stärke haben; nach welchem Gesetze sich aber diese mittlere Stärke richtet, kann, ohne mehr Gegebenes zu haben, nicht bestimmt werden. Man weiß, daß sich eine ähnliche Ursache bei dem Schalle

*) *Philos. Transact.* für 1800. p. 130. und *Annal.* B. 27. St. 8.

zeigt; sie bewirkt das, was man einen Tact nennt. Zwei Reihen von Wellenschlägen von beinahe gleicher GröÙe wirken entweder gemeinschaftlich, oder heben einander auf, so wie sie mehr oder weniger in der Zeit zusammentreffen, in welcher sie ihre gegenseitigen Bewegungen vollenden.

ERSTER ZUSATZ.

Von den Farben gestreifter Flächen.

Boyle scheint der erste gewesen zu seyn, welcher die Farben der Risse auf polirten Flächen bemerkt hat. Newton hat nichts davon angemerkt. Mazeas und Brougham haben einige Versuche über diesen Gegenstand gemacht, ohne jedoch daraus einen genüghenden Schluss zu ziehen. Es werden aber alle diese verschiedenen Farben sehr leicht aus obigem Satze hergeleitet.

Man setze, es befinden sich auf einer gegebenen Fläche zwei reflectirende Punkte sehr nahe an einander und die Fläche befinde sich in der Lage, daß das reflectirte in ihr gesehene Bild eines leuchtenden Gegenstandes in diese Punkte fällt; so ist klar, daß die Länge des einfallenden und reflectirten Strahls, welche einander berühren, mit Rücksicht auf diese beiden Punkte gleich ist, wenn man annimmt, daß sie nach allen Richtungen zu reflectiren geschickt sind. Nun werde einer der Punkte unter der gegebenen Fläche heruntergedrückt, so wird die ganze Bahn des von ihm reflectirten Lichtes um

eine Linie grösser seyn, welche sich zur Tiefe dieses Punctes wie der doppelte Cosinus des Einfallswinkels zum Halbmesser verhält. Fig. 2. Tab. II.

Wenn daher gleiche Wellenschläge von gegebener Grösse von zwei Puncten reflectirt werden, welche nahe genug liegen, um dem Auge wie ein Punct zu erscheinen, und diese Linie halb so groß als die Breite eines ganzen Wellenschlages ist; so wird die Reflexion des tiefern Punctes der Reflexion des festen Punctes so entgegenwirken, daß die gerade Bewegung des einen mit der rückgängigen Bewegung des andern zusammentrifft und sich beide aufheben. Ist aber diese Linie der ganzen Breite eines Wellenschlages gleich, so wird der Effect doppelt so groß. Ist sie der Breite anderthalbmal gleich, so wird der Effect wieder aufgehoben; und so ferner für eine beträchtliche Anzahl Abwechslungen. Wenn die reflectirten Wellenschläge von verschiedener Art sind, so werden sie verschiedentlich nach ihren Verhältnissen zu der verschiedenen Länge einer Linie afficirt, welche der Unterschied der Längen ihrer beiden Wege ist, und welche der Retardations-Raum genannt werden kann.

Damit dieser Effect merkbarer werde, müssen mehrere Paare Puncte in zwei Parallellinien vereinigt seyn, und die Beobachtung wird erleichtert, wenn verschiedene solcher Paare Linien nahe aneinander liegen. Wenn man eine von den Linien um die andere wie um eine Axe herumlaufen läßt, so wird sich die Tiefe unter der gegebenen Fläche wie

der Sinus des Neigungswinkels verhalten, und weil das Auge und der leuchtende Gegenstand unverändert bleiben, so wird sich der Unterschied der Längen der Wege nach diesem Sinus richten.

Die besten Werkzeuge zu Versuchen sind die ganz vorzüglichen Mikrometer Hrn. Coventry's, und zwar diejenigen, deren auf Glas gezogene Parallellinien nur ein Fünfhunderttheil eines Zolls von einander entfernt sind. Eine jede dieser Linien erscheint unter dem Mikroskop wie zwei oder mehrere feine Linien, welche genau parallel sind, und deren Entfernung etwas mehr als den zwanzigsten Theil der Entfernung von der benachbarten Linie beträgt. Ich stellte eine dieser Linien so, daß das Sonnenlicht unter einem Winkel von 45° reflectirt wurde, und befestigte es solchergestalt, daß, indem es sich um eine Linie wie um eine Axe drehete, ich den Neigungswinkel der Bewegung finden konnte. So fand ich, daß das schönste Roth bei den Neigungen von $10\frac{1}{4}^\circ$, $20\frac{1}{4}^\circ$, 32° und 45° , deren Sinus sich wie die Zahlen 1, 2, 3 und 4 verhalten, zu bemerken war. Bei allen andern Winkeln, wo das Sonnenlicht von der Fläche reflectirt wurde, verschwand die Farbe mit der Neigung und war gleich bei gleichen Neigungen auf jeder Seite.

Dieser Versuch verschafft der Theorie sehr viel Bestätigung. Es ist unmöglich, denselben aus einer bisher bekannten Hypothese zu erklären, und ich halte es für schwer, eine andere zu finden, aus welcher

er sich ableiten liesse. Es findet sich hier eine überzeugende Aehnlichkeit zwischen dieser Absonderung der Farben und der Erzeugung eines musikalischen Tones durch auf einander folgende Echo's von gleich weit abstehenden eisernen Stäben, welche ich mit der bekannten Geschwindigkeit des Schalles und der Entfernungen der Flächen sehr wohl übereinstimmend gefunden habe.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Farben der Flügeldecken einiger Insecten und einiger andern Naturkörper, welche sich in verschiedener Helligkeit und mit so schönen Abänderungen zeigen, auf diese Erklärung beruhen, und nicht von dünnen Platten herzuleiten sind. Zuweilen wird ein einfacher Riß oder eine Vertiefung durch Zurückwerfung seiner entgegengesetzten Ränder ähnliche Wirkungen hervorbringen.

ZWEITER ZUSATZ.

Von den Farben dünner Platten.

Wenn ein Lichtstrahl auf zwei parallele brechende Flächen fällt, so werden die einzelnen Reflexionen genau in der Richtung übereinkommen, und in diesem Falle verhält sich der Retardationsraum, der für beide Flächen Statt findet, zu ihrer Entfernung, wie der doppelte Cosinus des Brechungswinkels zum Halbmesser. Wenn man Tab. II. Fig. 3. AB und CD auf die Strahlen perpendicular zieht, so werden die Zeiten des Durchganges durch BC und AD einander gleich und DE wird die Hälfte des Retardationsraumes seyn. Es ver-

hält sich auch DE zu CE , wie der Sinus von DCE zu dem Halbmesser. Da nun DE beständig seyn, oder einerlei Farbe reflectirt werden kann; so muß die Dicke CE mit der Secante des Brechungswinkels CED ab- oder zunehmen; welches genau mit Newton's Versuchen übereinkömmt; denn die Abweichungen sind ganz unbeträchtlich.

Gesetzt, das Mittel zwischen den Flächen sey dünner, als das umgebende Mittel; so werden die von der zweiten Fläche reflectirten Schläge, da der folgende Wellenschlag mit dem vordern zusammenkommt, die Theile des dünnern Mittels geschickt machen, die ganze Bewegung des dichtern zu verhindern und die Reflexion aufzuheben (4ter Satz); weil sie selbst stärker fortgetrieben werden, als wenn sie in Ruhe geblieben wären; und das durchgelassene Licht wird zugenommen haben. Solchemnach werden die Farben der Reflexion vertilgt und die Farben bei dem Durchgange lebhafter werden, wenn die doppelten Dicken oder die Retardationsräume ein Vielfaches der ganzen Breite der Wellenschläge sind; bey dazwischen liegenden Dicken wird der Erfolg, den Beobachtungen Newton's gemäß, umgekehrt seyn.

Findet man, daß dieselben Verhältnisse in Ansehung dünner Platten in einem dichtern Mittel gelten, wie es mir nicht unwahrscheinlich ist; so wird es nöthig, den verbesserten Beweis des vierten Satzes nur in so weit anzuwenden, daß, wenn eine dünne Platte zwischen einem dünnern und dich-

tern Mittel liegt, man vermuthen kann, die Farben bei der Reflexion und bei dem Durchlassen worden ihre Stellen verändern.

Aus Newton's Maäßen der Dicken, bei welchen die verschiedenen Farben reflectirt werden, läßt sich die Breite und Dauer ihrer zugehörigen Wellenschläge sehr genau bestimmen; ob es gleich nicht unwahrscheinlich ist, daß, wenn die Gläser sehr nahe aneinander liegen, die ätherische Atmosphäre eine kleine Unregelmäßigkeit verursachen werde. Das ganze sichtbare Bild scheint sich auf das Verhältniß wie drei zu fünf, oder auf die große Sexte in der Musik einzuschränken; so wie sich die Wellenschläge der rothen, gelben und blauen Farbe in Beziehung auf ihre Größe wie die Zahlen 8, 7 und 6 zu verhalten scheinen, so daß das Interval zwischen Roth und Blau ein Viertheil ist. Die absolute Geschwindigkeit ist, in Zahlen ausgedrückt, zu groß, um sie deutlich darzustellen; aber besser kann man sich dieselbe durch Vergleichung mit dem Schalle vorstellen. Wenn eine Saite, welche das Tenor c angiebt, fortgesetzt bis auf 40 mal halbiert würde und alsdann vibrirte; so würde sie ein gelb-grünes Licht darbieten: dieses giebt die Bezeichnung c^{41} ; das äußerste Roth wird durch a^{40} und das Blau durch d^{41} ausgedrückt werden. Die absolute Länge und Geschwindigkeit einer jeden Schwingung wird in der folgenden Tafel angegeben, wo vorausgesetzt wird, daß das Licht in 8½ Minuten 50000000000 Fuß durchlaufe.

Farben.	Länge eines Wellenschlages in Theilen eines Zolls, in Luft.	Anzahl der Wellenschläge in einem Zolle.	Anzahl der Wellenschläge in einer Sekunde.
Die äußerste Roth	0,0000200	37040	463 Billionen.
Die mittlere Orange	0,0000256	39180	482
Die mittlere Orange	0,0000246	40730	501
Die mittlere Gelb	0,0000240	41610	512
Die mittlere Gelb	0,0000235	42540	523
Die mittlere Grün	0,0000227	44000	542
Die mittlere Grün	0,0000219	45600	561 (= 2 ⁴⁸ beinahe *)
Die mittlere Blau	0,0000211	47460	584
Die mittlere Blau	0,0000203	49320	607
Die mittlere Indigo	0,0000196	51110	629
Die mittlere Indigo	0,0000189	52910	652
Die mittlere Violet	0,0000185	54070	665
Die mittlere Violet	0,0000181	55240	680
Die äußerste Violet	0,0000174	57490	707
Die äußerste	0,0000167	59750	735

Anmerkung. Ich hatte in Ansehung aller dieser Erscheinungen mir selbst noch nicht Genüge geleistet, als ich in Hooke's *Micrographia* eine Stelle fand, welche mich zeitiger zu einem ähnlichen Schlusse hätte veranlassen können. „Es ist sehr einleuchtend; daß die Reflexion von der untern oder entfernten Seite des Körpers die vornehmste Ursache der Entstehung dieser Farben ist. — Man lasse einen Strahl schief auf die dünne Platte fallen, so wird ein Theil von der Vorderfläche zurückgeworfen, — ein Theil wird bei der andern Fläche gebrochen, — wo durch es abermals reflectirt und gebrochen wird. — Daß also nach zwei Brechungen und einer Reflexion daselbst eine Art schwacher Strahlen fortgepflanzt wird —“ und „wegen der Zeit,

*) Soll wohl 2⁴⁸ heißen, welches nur sehr wenig zu groß ist. *A. d. U.*

„welche während des Vor- und Rückwärtsgehens
 „aufgewendet wird, — kommt dieser schwache
 „Schlag hinter den (vorher reflectirten) Schlag; so
 „dafs hierdurch (wenn die Flächen so nahe anein-
 „ander liegen, dafs das Auge eine von der andern
 „nicht unterscheiden kann) dieser gemischte oder
 „verdoppelte Schlag, bei welchem der stärkste
 „Theil vorangehet und der schwächste folgt, auf
 „der netzförmigen Haut die Empfindung von Gelb
 „hervorbringt. Wenn diese Flächen weiter von
 „einander entfernt werden, kann der schwächere
 „Schlag mit dem Schlage bei der Reflexion von der
 „zweiten Fläche oder mit dem nächstfolgenden
 „Schlage von der ersten Fläche zusammentreffen, oder
 „auch hinter ihm zurückbleiben und mit dem dritten,
 „vierten, fünften, sechsten, siebenten oder achten
 „zusammentreffen. Wenn man daher einen dün-
 „nen durchsichtigen Körper hat, der von der klein-
 „sten zu Hervorbringung der Farben erforderlichen
 „Dicke stufenweise bis zur grölsten Dicke anwächst,
 „so müssen die Farben so oft wiederholt werden,
 „als der schwächere Schlag die Bewegung des an-
 „fänglichen oder ersten Schlags verläßt und mit ei-
 „nem nachfolgenden Schlage zusammenfällt. So
 „wie nun dieses mit der ersten Hypothese überein-
 „stimmt, welche ich von den Farben annahm,
 „oder aus ihr folgt; so habe ich es auch durch Ver-
 „suche bei einer grossen Anzahl Fälle gefunden,
 „welche es zu beweisen scheinen.“ (p. 65 — 67.).
 Dieses wurde ungefähr 7 Jahr vorher gedruckt,

ehe von Newton Versuche angestellt worden sind. Wir werden von Newton unterrichtet, daß Hooke nachher geneigt gewesen sey, seine vorgefalste Meinung von der Natur der Farben anzunehmen; allein dennoch scheint es nicht, daß Hooke seine Erklärung dieser Erscheinungen je auf diese Art verbessert, oder die nothwendige Folge einer Veränderung der Schiefe auf seine erste Voraussetzung untersucht habe; denn sonst hätte er eine überzeugende Uebereinstimmung mit den Maaßen entdeckt, welche von Newton durch Versuche angegeben worden sind. Alle vorhergehende Versuche, die Farben dünner Platten zu erklären, sind entweder aus Voraussetzungen entsprungen, welche gleich den Newton'schen uns verführen würden, die größten Unregelmäßigkeiten bei den Richtungen der gebrochenen Strahlen zu erwarten; oder sie fordern, so wie die Michell's, solche Erfolge von der Veränderung des Einfallswinkels, daß sie den beobachteten Erfolgen entgegen sind; oder sie sind gleich mangelhaft in Ansehung beider Umstände und nicht haltbar bei einer ganz uneingenommenen Aufmerksamkeit auf die Haupt-Erscheinungen.

DRITTER ZUSATZ.

Von den Farben der dicken Platten.

Wenn ein Lichtstrahl durch eine brechende Fläche gehet; vorzüglich wenn sie unvollkommen polirt ist, so wird ein Theil desselben unregelmäßig zerstreuet und macht die Fläche nach allen Rich-

tungen sichtbar, jedoch am deutlichsten in den Richtungen, welche nicht weit von der des Lichtes selbst entfernt sind. Wird nun eine zurückwerfende Fläche der brechenden Fläche parallel gesetzt, so wird dieses zerstreute Licht sowohl als der Hauptstrahl reflectirt werden, und hier wird noch eine neue Zerstreung des Lichts bei der Rückkehr des Strahls durch die brechende Fläche Statt finden. Diese zwei Theile des zerstreuten Lichts werden in der Richtung übereinkommen und, wenn die Flächen so gestaltet sind daß sie die ähnlichen Wirkungen vereinigen, Farbenringe darstellen. Der Retardationsraum ist hier der Unterschied zwischen den Wegen des Hauptstrahls und des zerstreuten Lichts innerhalb der beiden Flächen. Sobald daher die Neigung des zerstreuten Lichts der des Strahles gleich ist, so wird, obgleich bei verschiedenen Flächen, der Retardationsraum verschwinden, und alle Wellenschläge werden übereinstimmen. Bei andern Neigungen ist dieser Raum die Differenz der Secanten von der Secante der Neigung oder des Brechungswinkels des Hauptstrahls. Von diesen Ursachen sind alle Farben der Hohlspiegel, welche Newton und andere bemerkt haben, notwendige Folgen; und es erhellet hieraus, daß ihre Entstehung der Entstehung der Farben bei dünnen Platten obwohl etwas ähnlich, aber auf keine Weise, wie sich Newton einbildet, gleich sey.

VIERTER ZUSATZ.

Von der schwarzen Farbe.

In den drei vorhergehenden Zusätzen haben wir die brechenden und zurückwerfenden Körper angenommen, als wenn sie von mathematischen Ebenen begrenzt wären; allein dieses ist vielleicht niemals physikalisch wahr. Die ätherischen Atmosphären können auf jeder Seite die Oberfläche in der Breite eines oder mehrerer Wellenschläge erweitern, und wenn sie ebenfalls allenthalben in der Dichtigkeit verschieden angenommen werden, so werden die einzelnen Reflexionen von jeder der unendlichen Anzahl Flächen, bei welchen sich die Dichtigkeit ändert, sich sehr unter einander mischen und einen ansehnlichen Theil des reflectirten Lichts zerstören, so daß die Materie ganz schwarz wird. Dieser Erfolg findet mehr oder weniger Statt, so wie die Dichtigkeit der ätherischen Atmosphäre mehr oder weniger gleichförmig sich ändert, und in einigen Fällen, wo einige Wellenschläge mehr als andere dadurch leiden, kann ein Anstrich von einer Farbe hervorgebracht werden. Diesem gemäß hat Bouguer einen beträchtlichen Verlust des Lichts und in einigen Fällen eine Färbung bei vollkommenen Reflexionen an der Fläche eines dünnen Mittels bemerkt.

FÜNFTER ZUSATZ.

Von den Farben durch Beugung.

Was es auch für eine Ursache der Beugung des durch eine kleine Oeffnung gegangenen Lichtes

geben mag, so muß das nächste Licht an dem Mittelpunkte am wenigsten, und das nächste an den Rändern am meisten abgelenkt werden. Ein anderer Theil des Lichts, welcher sehr schief auf den Rand der Oeffnung fällt, wird häufig nach verschiedenen Richtungen reflectirt werden, wovon einiges entweder vollkommen oder sehr nahe in einerlei Richtung mit dem nicht reflectirten Lichte fallen und sich, weil es sich im Umfange befindet, mit denselben so vermischen wird, daß es einen Farbenschimmer hervorbringt. Die Länge der zwei Bahnen wird desto weniger verschieden seyn, je weniger die Richtung des reflectirten Lichts durch die Reflexion geändert worden ist, welches bei dem Lichte geschieht, das in der Nähe des Randes durchgeht; daß also in dem Lichte zunächst des Schattens Blau erscheinen wird. Der Effect wird wachsen und verändert werden, wenn das reflectirte Licht innerhalb der Wirkung des entgegengesetzten Randes fällt, wo es sich noch überdies mit dem einmal gebeugten Lichte vermischt.

Um aber die Folgerungen mehr einzeln beurtheilen zu können, ist es vortheilhaft, anzunehmen, daß die Beugung von einer ätherischen Materie veranlaßt werde, deren Dichtigkeit sich nach der gegebenen Entfernung vom Mittelpunkte richtet, wie es in dem achten Satze meiner letzten Baker'schen Vorlesung heißt (*Phil. Transact. for 1801. p. 83.*). Ich habe in Fig. 4. Taf. II. die Zeichnung entworfen,

welche durch zwei Paar krumme Linien die gegenseitige Lage der reflectirten und nicht reflectirten Theile eines jeden Wellenschlages in zwei auf einander folgenden Zeiten zeigt; die auf sie senkrecht gezogenen Schattenlinien zeigen die Theile an, wo sich die Retardationsräume im arithmetischen Verhältnisse befinden und wo sich einerlei Farben in verschiedenen Entfernungen von der beugenden Materie darstellen. Diese Darstellung stimmt mit Newton's Beobachtungen im dritten Buche und mit denen neuerer Schriftstellers sehr wohl überein. Ich betrachte zwar dieses nicht als völlig ausgemacht, so lange nicht mehrere Versuche über die beugende Kraft verschiedener Materien angestellt worden sind; aber dennoch kann des D. Hooke's Erklärung der Beugung aus dem Bestreben des Lichts, sich auszubreiten, keine Ansprüche auf Wahrheit machen. Es thut mir leid, daß ich mich genöthigt sehe, hier den Beifall zu widerrufen, welchen ich bei der ersten Ansicht der angenommenen Voraussetzung des letztern Verfassers zu geben verleitet worden bin *).

*) *Phil. Transact. for 1800. p. 128. und Annal. B. 22. S. 346. G.* In einer hier folgenden Anmerkung fügt der Verfasser eine Berechnung der Zeit bei, welche in diesem Falle jeder Strahl auf seinem Wege anwenden soll, indem er sich auf die Wurfbewegung und seinen Syllabus beziehet. Ich übergehe sie, weil sie zu mehrerer Aufhellung oder Bestätigung des Gegenstandes nichts beiträgt. *A. d. U.*

NEUNTER SATZ.

Strahlendes Licht besteht aus Wellenschlägen des lichtbringenden Aethers.

Dieser Satz ist der Hauptschluss aus allen vorhergehenden, und ich habe zu zeigen gesucht, dass sie vereinigt denselben auf eine so genugnende Art beweisen, als von der Natur des Gegenstandes erwartet werden kann. Newton hat offenbar zugegeben, dass es wellenartige Schwingungen giebt; er läugnet jedoch, dass sie das Licht ausmachen. Allein es ist in den drei ersten Zusätzen des letzten Satzes gezeigt worden, dass alle Fälle der Zu- oder Abnahme des Lichts einem Wachsthum oder einer Verminderung dieser Wellenschläge zuzuschreiben sind, und dass alle Veränderungen, welchen die Wellenschläge unterworfen seyn können, sich deutlich bei den Erscheinungen des Lichts zeigen. Man kann daher gut logisch schließen, dass die Wellenschläge Licht sind.

Beantwortung von Einwürfen.

Ein Paar Bemerkungen mögen dienen, einigen Einwürfen zu begegnen, welche man gegen diese Theorie erhoben hat.

1. Newton hat die besondere Brechung des Isländischen Krystalls als einen Beweis angeführt, dass die Lichttheilchen geworfene Körperchen seyn müssen, weil er es sich als wahrscheinlich denkt, dass die verschiedenen Seiten dieser Theile von dem Krystall verschiedentlich angezogen werden, und weil Huyghens sein Unvermögen bekennet, alle

Erscheinungen in dem Doppelpathe auf genügende Art zu erklären. Hingegen nimmt Newton, von dessen gewöhnlicher Genauigkeit und Aufrichtigkeit man es nicht hätte erwarten sollen, für diese Refraction ein neues Geletz an, ohne einen Grund anzugeben, wodurch das Huyghen'sche widerlegt worden wäre, welches Hauy richtiger als das Newton'sche gefunden hat *). Ohne daß Newton versucht, aus seinem eigenen System einige Erklärung der gemeinsten und deutlichsten Wirkungen des Doppelpaths anzugeben, übergeht er die sehr schöne und scharfsinnige Theorie Huyghens **), welche mit den Hauptwirkungen in allen besondern Fällen übereinstimmt und sich hierdurch natürlicher Weise Ansprüche auf Wahrheit erwirbt. Diese Uebereinstimmung übergeht er, um eine Schwierigkeit auszuzeichnen, für welche in seiner eigenen Theorie bloß eine Wortauflösung gefunden werden kann und welche nebst andern wahrscheinlich noch lange unerklärt bleiben wird ***).

2. Michell hat einige Versuche gemacht, aus welchen zu erhellen scheint, daß die Lichtstrahlen

*) Durch die Versuche der Herren Wollaston und Malus (*Annalen N. F. B. 1. S. 252 u. 277.*) ist seitdem bekanntlich die Richtigkeit des Huyghen'schen Gesetzes der ungewöhnlichen Brechung im Doppelpathe außer allem Zweifel gesetzt worden. *Gilbert.*

**) S. diese *Annal. B. 1. S. 262. f.* *G.*

***) Was diese Schwierigkeit betrifft, so sieht auch Hr. Laplace sie als einen entscheidenden Beweis gegen die Undulationstheorie an; diese *Annal. N. F. B. 2. S. 448.* *G.*

ein wirkliches Moment haben, durch dessen Hülfe eine Bewegung hervorgebracht wird, wenn sie auf eine dünne, sehr leicht bewegliche Kupferplatte fallen *). Allein, wenn man auch der Platte eine vollkommen penpendiculare Lage, und die Abwesenheit einer aufwärts steigenden Luft zugestehet, so wird doch bei einem jeden solchen Versuche eine größere Menge Hitze sich der Luft an der Fläche mittheilen, auf welche das Licht fällt, als an der entgegengesetzten Fläche, und die größere Ausdehnung muß nothwendig auf der ersten Fläche einen größern Druck und ein sehr merkliches Zurückgehen der Platte nach der Richtung des Lichts bewirken. Bennet hat diesen Versuch mit einem empfindlichern Apparate und auch mit Ausschluss der Luft wiederholt, und macht sehr richtig aus dem gänzlichen Fehlschlagen desselben einen Schluss zum Vortheile des wellenförmigen Schwinungssystems des Lichts **). Denn wenn man auch eine kaum denkbare Feinheit den Körpertheilchen des Lichts zuschreibt, so wäre doch zu erwarten, daß die Wirkungen derselben denen der viel weniger schnellen Bewegungen der electricischen Flüssigkeit, welche auch in ihrer schwächsten Beschaffenheit sehr leicht zu bemerken sind, einigermaßen entsprechen würden.

*) Priestley's *Optics*.

Y.

Klängel's Uebersetzung S. 282.

A. d. U.

**) *Philos. Transact. for 1792*. p. 87.

Y.

5. Es giebt einige Erscheinungen des Lichts der Sonnenphosphore, welche dem Corpuscular-Systeme auf dem ersten Anblick günstig zu seyn scheinen; daß es zum Beyspiel viele Monate wie verborgen bleibt und durch Wirkung der Hitze wieder ausgefondert wird. Aber bei näherer Betrachtung giebt es hier keine Schwierigkeit, wenn man annimmt, daß die Theilchen dieser Phosphore, welche durch Wirkung des Lichts zum Schwingen gebracht worden sind, in ihrer Bewegung durch die Kälte gehemmt werden, entweder durch Verminderung des Raumes dieser Materie, oder auf andere Art, und daß sie, nachdem der Widerstand entfernt worden, ihre Bewegung fortsetzen, so wie es eine Uhrfeder machen wird, welche eine Zeitlang in einem mittlern Ruhestand ihrer Schwingung festgehalten worden ist. Auch ist es nicht unmöglich, daß die Wärme selbst unter einigen Umständen auf eine ähnliche Art gebunden seyn könne *). Vielleicht dürften die Wirkungen der Wärme uns hierdurch verständlicher werden. Gegenwärtig scheint es sehr wahrscheinlich zu seyn, daß das Licht blos in der öftern Wiederholung seiner Wellenschläge oder Schwingungen von der Wärme verschieden sey. Jene Wellenschläge, welche sich innerhalb gewisser Grenzen in Ansehung der Wiederholung befinden, sind fähig, auf den Gesichtsnerven zu wirken und das Licht darzustellen; diese, welche langsamer und wahrseheinlich stärker sind, machen blos die Wärme aus. Wärme und Licht gelan-

*) *Nicholson's Journal* Vol. II. p. 399.

gen mit doppelten Eigenschaften zu uns; im schwingenden (*vibratory*) oder bleibenden und im wellenschlagenden (*undulatory*) oder vorübergehenden Zustande. Schwingendes Licht ist eine langsame Bewegung brennender Körper oder der Sonnenphosphore, und wellenschlagendes oder strahlendes Licht ist die Bewegung des ätherischen Mittels, welche durch jene Schwingungen entstanden ist. Schwingende Wärme ist eine Bewegung, welcher alle materielle Substanzen unterworfen sind, und welche mehr oder weniger bleibend ist; wellenschlagende Wärme ist die Bewegung desselben ätherischen Mittels, das, wie von King *) und von Pictet **) gezeigt worden, zur Reflexion eben so fähig, als das Licht, und nach Herschel auch einer besondern Refraction fähig ist ***). Dafs die Wärme den kalten Körpern viel schneller mitgetheilt wird durch freien Zutritt, als wenn sie strahlend ist oder durch ein ruhendes Mittel geht, hat der Graf Rumford durch schätzbare Versuche gezeigt. Man weifs, dafs einige Körper, welche das Licht durchlassen, zum Hindurchlassen der Wärme unfähig seyn können; auf eben die Art, wie gewisse Körper einige Arten des Lichts durchlassen können, indem sie für die andern dunkel sind.

Aus allem diesem erhellet, dafs die wenigen optischen Erscheinungen, welche eine Erklärung aus

*) *Morrels of Criticism*. 1786. p. 99.

Y.

**) *Essais de Physique* 1790, auch in Sauffure's Reise in die Alpen 1786.

Y.

***) *Philos. Transact. for* 1800. p. 284.

Y.

dem Corpuscular-System zulassen, ebenfalls mit dieser Theorie übereinstimmen; daß viele andere, welche man längst gekannt, aber niemals verstanden hat, durch Hülfe der letzteren vollkommen verständlich werden; und daß verschiedene neue Thatfachen gefunden worden sind, welche sich nur auf diese Art mit andern Thatfachen in eine vollkommene Uebereinstimmung bringen lassen, und auf die einfachen Grundsätze des wellenförmigen Schwingungssystems hinweisen. Ich hoffe, man werde diesem zu Folge hinführo das zweite und dritte Buch von Newtons Optik als besser und völliger verstanden ansehen, als das bisher mit dem ersten Buche geschehen ist: wenn aber unpartheyischen Richtern diese hinzugefügten Beweise zu Festsetzung einer Theorie mangelhaft scheinen, so wird es ihnen leicht seyn, in die Beschaffenheit der verschiedenen Versuche mehr im Einzelnen einzudringen und die unüberwindlichen, aus der Newton'schen Lehre fließenden Schwierigkeiten an den Tag zu legen, deren Aufzählung hier unangenehm und lästig seyn würde. Die Verdienste ihres Urhebers in der Naturwissenschaft sind außer allem Zweifel und ohne alle Vergleichung groß; seine optische Entdeckung von der Zusammensetzung des weissen Lichts würde allein seinen Namen verewigen, und die Schlüsse selbst, welche auf den Umsturz seines Systems abzielen, geben den besten Beweis von der bewundernswürdigen Genauigkeit seiner Versuche.

So genügend und entscheidend auch diese Gründe zu seyn scheinen, so kann es nicht überflüssig seyn, noch mehr Bestätigung aufzufuchen; und diese läßt sich vorzüglich von einem Versuche erwarten, welcher von dem Professor Robison über die Brechung des Lichts sehr scharfsinnig vorgeschlagen worden ist, wenn es von den entgegengesetzten Rändern des Saturnringes zu uns zurückkehrt. Denn nach der Corpuscular-Theorie müßte der Ring sehr verzerrt erscheinen, wenn er durch ein achromatisches Prisma gesehen wird; eine ähnliche Verzerrung müßte auch bei der Scheibe des Jupiter beobachtet werden. Wenn man aber fände, daß in dem ganzen Lichte, welches von diesem Planeten reflectirt wird, eine gleiche Ablenkung bewirkt wird, so kann schwerlich einige Hoffnung übrig bleiben, daß man die Eigenschaften des Lichts aus einer Vergleichung mit der Bewegung geworfener Körper werde erklären können.

VI.

Nachricht von einigen Fällen einer bisher noch nicht beschriebenen Entstehung der Farben.

VON

THOMAS YOUNG, M. D. F. R. S.

(Der königl. Societät vorgelesen den 1. July 1802.)

Uebersetzt vom Prof. Lüdicke.*)

Was man auch für eine Meinung von der Theorie des Lichts und der Farben hegen mag, welche ich neulich der königl. Societät vorzulegen die Ehre hatte**); so muß es ihr einigen Werth verschaffen, daß sie zur Entdeckung eines einfachen und allgemeinen Gesetzes Veranlassung gegeben hat, wodurch man eine Menge Erscheinungen des farbigen Lichts erklären kann, welche ohne dieses Gesetz isolirt und unerklärt geblieben wären. Das Gesetz ist folgendes: „Wo zwei Theile desselben Lichtes bei dem Auge auf verschiedenen Wegen entweder genau oder sehr nahe nach einerlei Richtung ankommen, da wird das Licht am dichtesten, wenn

*) Nach einem einzelnen Abzuge der Abhandl., aus den *Philos. Transact. for 1802*, welchen ich dem Hrn. Verf. verdanke. Gilbert.

**), Sie enthält der vorstehende Aufsatz. G.

„die Differenz der Wege ein Vielfaches einer gewissen Länge ist, und am dünnsten im mittlern Zustande der zusammenkommenden Theile; und diese Länge ist verschieden für Licht von der für Farben.“

Ich habe schon die Hinlänglichkeit dieses Gesetzes zu Erklärung aller der im zweiten und dritten Buche der Newton'schen Optik beschriebenen sowohl, als einiger andern nicht von Newton erwähnten Erscheinungen im Einzelnen gezeigt. Noch mehr Genugthuung gewährt aber die Uebereinstimmung desselben mit andern Thatfachen, welche von neuen und besondern Classen von Erscheinungen dargeboten werden, und welche schwerlich mit einem ältern Gesetze so gut übereinstimmen würden, wenn dieses Gesetz irrig oder eingebildet wäre. Und diese Erscheinungen sind:

Die Farben von Fäden (fibres) und die Farben ungleich gefüllter Platten, (of mixed plates).

Als ich die Erscheinung der feinen parallelen Lichtlinien beobachtete, welche man auf dem Rande eines Gegenstandes sieht, den man dem Auge so nahe hält, daß der größte Theil des Lichts eines entfernten leuchtenden Gegenstandes abgehalten wird, und welche von den bei der Beugung des Lichts schon bekannten Streifen verursacht werden, bemerkte ich, daß sie zuweilen mit viel breitem und viel deutlichem Farbenstreifen verbunden waren, und fand bald, daß diese breiten Streifen

durch die zufällige Dazwischenkunft eines Haares veranlaßt worden waren. Um sie deutlicher zu machen, gebrauchte ich ein Pferdehaar; aber sie waren alsdenn nicht mehr sichtbar. Mit einem wollenen Faden hingegen wurden sie sehr breit und sichtbar, und mit einem einfachen Faden des Seidenwurms nahm ihre Größe so zu, daß zwei oder drei von ihnen das ganze Gesichtsfeld einzunehmen schienen. Sie zeigten sich auf jeder Seite des Lichts in derselben Ordnung ausgebreitet, wie die Farben dünner Platten, die mittelst des durchgelassenen Lichts gesehen werden. Es fiel mir bei, daß ihre Ursache in der Zusammenkunft zweier Theile von Licht gesucht werden müsse, deren einer von dem Faden reflectirt, der andere nach dessen entgegengesetzter Seite herumgebogen und zuletzt beinahe in die Richtung des vorigen Theiles gebracht worden; daß nach dem Maafse, als beide Theile mehr von der geradlinigten Richtung abweichen, die Differenz der Länge ihrer Bahnen stufenweise immer größer werden und folglich die in solchen Fällen gewöhnliche Erscheinung einer Farbe hervorbringen werde; daß, wenn man es unter rechten Winkeln gebogen annimmt, die Differenz beinahe dem Durchmesser des Fadens gleich kommen, und daß diese Differenz folglich kleiner werden müsse, sobald der Faden dünner wird; und daß, indem die Anzahl der Streifen bei einem rechten Winkel kleiner wird, ihre Winkelentfernungen also größer und die ganze Erscheinung ausgebreiteter seyn

werde. Es war leicht zu berechnen, daß für das am wenigsten gebeugte Licht sich die Differenz der Bahnen (*the difference of the paths*) zu dem Durchmesser des Fadens sehr nahe verhalten werde, wie die Abweichung des Strahls in jedem Punkte von der geradlinigten Richtung zu dessen Entfernung von dem Faden.

Ich machte daher eine rechteckige Oeffnung in ein Kartenblatt und bog die Enden um, an welche ich ein Haar parallel mit der Seite der Oeffnung befestigte; als ich hierauf das Auge nahe an die Oeffnung brachte, erschien das Haar bei dem undeutlichen Sehen auf einer Fläche erweitert, auf welcher die Breite durch deren Entfernung von dem Haare und der Größe der Oeffnung, unabhängig von der jedesmaligen Oeffnung der Pupille bestimmt wird. Wenn das Haar der Richtung des Randes einer Kerze so nahe gebracht wurde, daß das gebeugte Licht in hinreichender Menge da war, um einen merklichen Effect zu bewirken, so fiengen die Streifen an zu erscheinen, und es war leicht, das Verhältniß ihrer Breite zur scheinbaren Breite des Haares zu schätzen, quer über dessen Bild sie sich ausbreiteten. Ich fand, daß sechs der hellsten rothen, beinahe gleichweit entfernten Streifen das ganze Bild einnahmen. Die Breite der Oeffnung war $\frac{66}{800}$ und deren Entfernung vom Haare $\frac{8}{10}$ Zoll; der Durchmesser des Haares war kleiner als $\frac{1}{300}$ Zoll; so genau als es sich thun ließ bestimmt, $\frac{1}{800}$ Zoll. Hieraus hat man $\frac{100}{800}$ für die Abweichung des ersten rothen Streifen in der Entfernung von

$\frac{1}{10}$; und da $\frac{1}{10} : \frac{11}{1000} = \frac{1}{600} : \frac{11}{480000}$ ist, $\frac{1}{43037}$ für die Differenz der Wege des rothen Lichts, wo es am dichtesten war. Das aus Newton's Versuchen hergeleitete Maass ist $\frac{1}{35100}$. Ich halte diese Uebereinstimmung, da blos der Fehler ein Neuntheil dieser so kleinen Grösse ist, für vollkommen hinreichend, die Erklärung der Erscheinung vollständig zu bewähren und eine Wiederholung des Versuchs unnöthig zu machen; denn es finden sich hier verschiedene Umstände, welche es erschweren, das viel genauer zu berechnen, was der Erfolg einer Messung hätte seyn sollen.

Wenn eine Anzahl Fäden von einerlei Art, zum Beispiel eines gleichartigen Flockens Wolle, nahe vor das Auge gehalten werden, so sehen wir die Erscheinung von Höfen, welche das entfernte Licht umgeben; aber ihr Glanz und zugleich ihre Entstehung hängt von der Gleichförmigkeit der Dimensionen der Fäden ab; sie sind breiter, so wie die Fäden feiner sind. Es ist leicht einzusehen, daß sie die unmittelbaren Folgen von einer Zusammenkunft mehrerer Streifen von gleicher Grösse sind, welche, weil die Fäden alle denkbare Richtungen haben, den leuchtenden Gegenstand bei gleichen Entfernungen auf allen Seiten nothwendig umgeben und kreisförmige Streifen bilden müssen.

Man kann kaum zweifeln, daß die *farbigen atmosphärischen Höfe* von derselben Art sind. Ihre Erscheinung muß von der Gegenwart einer Menge Wassertheilchen von gleichen Dimensionen ab-

hängen, welche sich in gehöriger Lage in Ansehung des Lichts und des Auges befinden. Da es kein bestimmtes Maass der Grösse der Wasserkügelchen giebt, so können wir vermuthen, dass diese Höfe in ihren Durchmessern sehr veränderlich sind; wie auch Jordan beobachtet hat *), dass ihre Dimensionen ausserordentlich veränderlich sind und dass sie sich häufig während der Beobachtung verändern.

Die *Farben ungleich gefüllter Platten* bemerkte ich zuerst, als ich vor einem Lichte durch zwei Stücken Tafelglas sahe, zwischen welchen ein wenig Feuchtigkeit war. Ich bemerkte eine Erscheinung von Streifen, welche den gewöhnlichen Farben dünner Platten ähnlich waren; und als ich auf die Streifen durch Reflexion sahe, fand ich diese neuen Streifen allezeit in derselben Richtung, als die andern Streifen, aber vielmal breiter. Als ich die Gläser mit einem Vergrößerungsglase untersuchte, bemerkte ich, dass an den Orten, wo man die Streifen sahe, die Feuchtigkeit mit Lufttheilen vermischt war, wodurch sie ein dem Thau ähnliches Ansehen erhielt. Ich vermuthete daher, dass die Farben denselben Ursprung, als die Farben der Höfe hätten; allein ich fand bei genauerer Untersuchung, dass die Ausbreitung der Luft- und Wassertheile gar nicht gleichförmig war, und dass also diese Erklärung nicht Statt finden konnte. Es war jedoch leicht, zwei Theile von Licht zu finden,

*) *Annalen* J. 1804. St. 9. od. B. 18. S. 37. E. G.

welche zu Hervorbringung dieser Streifen zurechen; denn da das durch das Wasser gegangene Licht sich in demselben mit einer Geschwindigkeit bewegt, welche von der Geschwindigkeit des Lichts verschieden ist, das durch die mit Luft gefüllten Zwischenräume gehet; so werden sich die beiden Theile miteinander vermischen und nach dem allgemeinen Gesetze Effecte von Farben hervorbringen. Das Verhältniß der Geschwindigkeiten in Wasser und Luft ist 3 zu 4; die Streifen müssen daher erscheinen, wenn die Dicke 6 mal so groß ist, als die, welche derselben Farbe bei dem bekannten Falle dünner Platten zukommt. Als ich den Versuch mit einem Planglase und einem wenig convexen Glase machte, fand ich wirklich den sechsten dunkeln Kreis von demselben Durchmesser, als den ersten bei den neuen Streifen. Die Farben werden auch sehr leicht hervorgebracht; wenn man Butter oder Talk anstatt Wasser nimmt; die Ringe werden alsdann wegen der mehrern brechenden Dichtigkeit der Fettigkeit kleiner; wenn man aber Wasser hinzuthut, daß es die Zwischenräume zwischen dem Fette ausfüllt, so werden die Ringe sehr erweitert; denn hier kommt bloß die Differenz der Geschwindigkeiten im Wasser und Fett in Betrachtung, welche viel kleiner als die Differenz in Luft und Wasser ist. Also diese Umstände sind hinreichend, uns wegen der Wahrheit der Erklärung zu beruhigen, und sie wird noch mehr bestätigt, wenn man die Platten gegen die Richtung des Lichtes neigt:

denn alsdann werden diese Ringe zusammengezogen, anstatt sich, wie bei den Farben dünner Platten, zu erweitern. Dieses ist die leicht begreifliche Folge einer Vergrößerung der Länge der Bahnen des Lichts, welches nun beide Mittel schief durchschneidet, und ist ganz derselbe Effect, als der bei dickern Platten.

Es ist jedoch zu bemerken, daß die Farben nicht in allem Lichte entstehen, das durch die Mittel gegangen ist; nur ein kleiner Theil eines jeden Strahlenpincels, welcher durch das den Rand des Theilchens berührende Wasser gehet, ist hinreichend in Verbindung mit dem Lichte, das durch die benachbarten Theile Luft gehet, die nöthige Vermischung hervorzubringen. Auch läßt sich leicht beweisen, daß wegen der natürlichen Hohlung der Fläche eines jeden Theils der Flüssigkeit, welche den beiden Glasstücken anhängt, ein beträchtlicher Theil von dem Lichte, indem es anfängt hindurch zu gehen, durch Reflexion bei dessen Eintritt werde seitwärts verbreitet und viel von dem durch die Luft gehenden Lichte durch Brechung bei der zweiten Fläche werde zerstreuet werden. Aus dieser Ursache sieht man die Streifen, wenn sich die Platten nicht gerade zwischen dem Auge und dem leuchtenden Gegenstande befinden, und man siehet sie eben wegen Abwesenheit des abgesonderten Lichts viel deutlicher, als wenn sie mit diesem Gegenstande in gerader Linie liegen. Wenn man die Platten aus dieser Linie sehr weit entfernt, so sind

die Ringe noch sichtbar und werden größer, als vorher: denn hier ist der wirkliche Weg des Lichts, welches durch die Luft geht, länger, als der Weg des durch das Wasser schiefer gehenden Lichts, und die Differenz der Zeiten des Durchgangs ist kleiner. Jedoch kann man unmöglich in Ansehung der Ursachen dieser kleinen Abweichungen ganz sicher seyn, ohne sich etwas genau von der Gestalt der zerstreuen Flächen versichert zu haben.

Bei Anwendung des allgemeinen Gesetzes der Vermischung auf diese Farben sowohl, als auf die schon bekannten von dünnen Platten, muß man bekennen, daß es unmöglich ist, eine andere Voraussetzung zu geben, als welche einen Theil der wellenförmigen Schwingungs - Theorie ausmacht, daß nämlich die Geschwindigkeit des Lichts desto größer ist, je dünner das Mittel ist: und daß noch eine zweite Bedingung zur Erklärung der Farben dünner Platten hinzukommt, welche einen andern Theil derselben Theorie in sich faßt, nämlich daß, wo ein Theil des Lichts an der Fläche eines dünnern Mittels reflectirt worden ist, man es um die Hälfte des eigentlichen Zwischenraums langsamer annehmen muß; zum Beispiel bei dem schwarzen Central - Flecke einer Seifenblase, wo die wirklichen Längen der Wege sehr nahe übereintreffen, wo aber der Erfolg derselbe ist, als wenn einer von den Theilen so verzögert worden wäre, daß er den andern zerstört. Erwägt man diese Umstände, so kann man voraussagen, daß,

wenn zwei Reflexionen von einerlei Art an den Flächen einer dünnen Platte vor sich gehen, deren Dichtigkeit die mittlere zwischen den Dichtigkeiten der enthaltenen Mittel ist, der Erfolg der entgegengesetzte seyn, und der Central-Fleck, anstatt schwarz, weiß erscheinen werde. Ich habe jetzt das Vergnügen, diese Vorherfügung völlig bestätigt zu haben, indem ich einen Tropfen Sassafras-öl zwischen ein Prisma von Flintglas und einer Linse von Kronglas brachte; der durch reflectirtes Licht gesehene Central-Fleck war weiß und von einem dunkeln Ringe umgeben. Man muß jedoch einige Kraft anwenden, um eine hinlänglich genaue Berührung zu bewirken; auch weicht der weiße Fleck eben so viel von dem vollkommenen Weiß ab, als der dunkle Fleck gewöhnlich von dem vollkommenen Schwarz verschieden ist.

Die Farben der ungleich gefüllten Platten haben mich auf einen Gedanken gebracht, welcher auf eine *Erklärung der Farbenzerstreuung bei der Refraction* zu führen scheint, die einfacher und genugthuender ist, als welche in meiner letzten Baker'schen Vorlesung empfohlen wird. Wir können annehmen, daß jedes brechende Mittel die lichtgebenden Wellenschläge in zwei besondern Theilen hindurchläßt, wovon der eine durch seine Grenztheilchen, der andere durch seine Zwischenräume geht, und daß diese Theile nach jeder nach und nach erfolgten Trennung sich im-

merfort wieder vereinigen, wobei der eine dem andern um einen sehr kleinen, aber beständigen Raum vorangegangen ist, welcher von der regelmäßigen Anordnung der Theile eines gleichartigen Mittels abhängt. Wären nun diese Theile allezeit gleich, so würde jeder bei ihrer Vereinigung entstandene Durchschnittpunct sich allezeit in der Mitte zwischen den Oertern des zugehörigen Durchschnittpunctes der abgeforderten Theile befinden; setzt man aber, der vorausgehende Theil sey kleiner, so wird der letzt vereinigte Wellenschlag weniger vorgerückt seyn, als wenn beide gleich gewesen wären, und die Differenz ihres Ortes wird nicht bloß von der Differenz der Längen der beiden Wege, welche für alle Wellenschläge beständig ist, sondern auch von dem Gesetze und der GröÙe dieser Wellenschläge abhängen. So werden die gröÙern Wellenschläge nach jeder Wiedervereinigung etwas weiter vorrücken, als einer der kleinern, und da dieselbe Verrichtung bei jedem Theile des Mittels wiederholt wird, so wird der ganze Fortgang der gröÙern Wellenschläge geschwinder, als bei den kleinern, und zu Folge der Verzögerung der Bewegung des Lichts in einem dichtern Mittel, die Abweichung gröÙer bei den kleinern, als bei den gröÙern Wellenschlägen seyn. Wenn ich das Gesetz der musikalischen Linie für die Bewegung der Theile annehme, so läßt sich ohne Schwierigkeit diese Vermuthung mit der Erfahrung vergleichen: aber um meine Schlüsse mit Sicherheit zu machen, muß ich mich

mit sehr genauen Maassen der brechenden und zerstreuen Kräfte verschiedener Materien für alle Arten Strahlen versehen.

Des Dr. Wollaston's sehr schätzbare Bemerkungen leisten bei dieser Untersuchung vielen Beistand, wenn man sie mit der Trennung der Farben durch dünne Platten vergleicht. Ich habe seine Versuche mit dem Farbenbilde mit sehr gutem Erfolge wiederholt und einige Versuche gemacht, mir vergleichende Maasse von dünnen Platten zu verschaffen, und habe gefunden, daß, wie Newton schon bemerkt, das blaue und violette Licht durch Brechung mehr, als nach Verhältniß der zugehörigen Dimensionen zerstreuet wird, die man aus den Erscheinungen bei dünnen Platten herleitet. Daher geschieht es, daß, wenn eine Lichtlinie, welche ein Bild von Farbenringen dünner Platten bildet, mit einem Prisma aufgefangen wird, und ein vollkommenes Bild darstellt, das der von Newton nach der Theorie gezeichneten Skale, um die Farben der Theile von gegebenen Dimensionen zu schätzen, ähnlich ist, die schiefen Bilder, welche von den verschiedenen Farben jeder Reihe dargestellt werden, nicht gerade, sondern gekrümmt sind, indem die Seitenrefraction des Prisma das violette Ende mehr ausbreitet, als das rothe. Die Dicken, welche dem äußersten Roth, der gelben Linie, dem schönen Grün, dem schönen Blau und dem äußersten Violet zukommen, sind ich im umgekehrten Verhältnisse mit den Zahlen 27, 30, 35, 40 und 45. Vergleicht

man des Dr. Wollaston's Verbesserung der Zeichnung des prismatischen Farbenbildes, mit diesen Beobachtungen, so wird es nöthig, die Voraussetzung, welche ich in der letzten Baker'schen Vorlesung in Rücksicht auf die Verhältnisse der mitleidenden Fibern der Netzhaut gemacht habe, dahin zu verbessern, daß Roth, Grün und Violet statt Roth, Gelb und Blau, und die Zahlen 7, 6 und 5 statt 8, 7 und 6 gesetzt werden.

Dieselbe Analyse der prismatischen Farben dünner Platten scheint eine hinreichende Erklärung der Zertheilung des Lichts am untern Theile einer Kerze darzubieten; denn es wird in der That das Licht, das durch einen jeden Theil der dünnen Platte gehet, auf eine ähnliche Art in abgesonderte Theile getheilt, deren Anzahl mit der Dicke der Platte wächst, bis sie zu klein werden, um sichtbar zu seyn. Bei der Dicke, welche dem neunten oder zehnten Theile des rothen Lichtes zugehört, giebt es fünf Theile verschiedener Farben, deren Verhältnisse, bei ihrer Refraction, beinahe dieselben wie bei dem Kerzenlichte sind, wo Violet am breitsten ist. Wir haben nur anzunehmen, daß jeder Talgtheil bei dem ersten Zerfließen desselben solche Dimensionen habe, um denselben Erfolg, wie bei dünnen Platten die Luft in diesem Puncte, wo die Dicke ~~rotten~~ eines Zolls beträgt, zu bewirken, und um das durch angefangene Verbrennung um dem Dachte entstandene gemischte Licht zu reflectiren oder vielleicht lieber hindurchzulassen, und wir ha-

ben ein Licht, welches vollkommen dem gleich ist, welches Dr. Wallaston beobachtet hat. Es erscheint auch daselbst eine feine Linie eines starken gelben Lichtes, das sich von der ganzen Erscheinung unterscheidet, welches vorzüglich von der meistens oberflächlichen Verbrennung am Rande der Flamme entspringt und sich vermehrt; so wie die Flamme aufsteigt. Ähnliche Umstände möchten sich ohne Zweifel bei andern Fällen der Entstehung oder Abänderung des Lichts finden lassen, und es dürften die Versuche über diesen Gegenstand größtentheils zu Bestätigung der Newton'schen Meinung dienen, daß die Farben aller natürlichen Körper bei ihrer Entstehung denen der dünnen Platten ähnlich sind; eine Meinung, welche der Scharfsinnigkeit ihres Urhebers zur größten Ehre gereicht und uns einen ansehnlichen Schritt weiter führt zur Kenntniß der innern Beschaffenheit und Einrichtung feiner Materien.

Vor kurzem habe ich Gelegenheit gehabt, meine vorigen Bemerkungen über die *zerstreuenden Kräfte des Auges* zu bestätigen. Ich finde nämlich, daß die Strahlen des äußersten Roth und äußersten Violet in den ihnen zugehörigen Entfernungen von 10 und 15 Zoll auf gleiche Art gebrochen werden, indem die Differenz durch eine Brennweite von 30 Zoll ausgedrückt wird. Nun ist der Zwischenraum zwischen Roth und Gelb ungefähr ein Viertel des ganzen Farbenbildes, folglich drückt die Brennweite von 120 Zoll eine Kraft aus, welche der Zer-

streuung des Röthen und Gelben gleich ist, und welche von 132, das bei der schon beschriebenen Beobachtung herauskam, nur wenig abweicht. Ich weiß nicht, ob diese Versuche genauer als einer der vorhergehenden sind; ich habe sie aber zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen wiederholt, und zweifle daher nicht, daß die Zerstreuung des farbigen Lichts in dem menschlichen Auge beinahe die angegebene sey. Ob sie vielleicht nicht etwas grösser seyn dürfte, kann ich jetzt zu erweisen nicht unternehmen *).

*) Dem tiefsinnigen Vortrage des Professors Young mangelt es nicht selten an Klarheit, hin und wieder auch an der Präcision des Ausdrucks, welche man an mathematischen Naturforschern gewohnt ist; die mehrsten Dunkelheiten, auf die der Leser gekostet seyn dürfte, sind dem Original eige. Dessen ungeachtet schienen mir diese Arbeiten für den, der über die Natur und die Gesetze der Farben nachdenkt, interessant genug zu seyn, um in den *Annalen der Physik* eine Stelle zu verdienen, zu einer Zeit, da dieser Gegenstand von mehreren Seiten her aufs neue in Anregung gebracht wird. Noch zwei mit dem gegenwärtigen genau zusammenhängende Aufsätze folgen im nächsten Stücke. — Herrn von Göthe (*Zur Farbenlehre*, Tübingen 1810.) sind Young's Versuch einer Theorie des Lichts und der Farben nach dem Schwingungs-Systeme, und die Aufsätze, welche sich daran schliessen, unbekannt geblieben, so interessant sie ihm auch durch ihren Anti-Newtonianischen Sinn gewesen seyn würden. Hätte er die *Annalen der Physik*, die schon bis zu dem 30sten Bande angewachsen waren, einer Ansicht gewürdigt, als er Materialien zur Geschichte eines physikalischen Gegenstandes (der Farbenlehre) zusammentrug, so würde er in ihnen (B. 23.) die frühern Untersuchungen Young's über Schall und Licht, an welche sich die gegenwärtigen anschliessen, auch (B. 18.) mehrere von Jordan's merkwürdigen Versuchen über Licht und Farben gefunden haben. Gilbert.

VII.

Versuch zur Ausmittlung eines allgemeinen Gesetzes für die Ausdehnung des Wassers bei verschiedenen Temperaturen, nach Gilpin'schen Versuchen;

von

J. A. EYTELWEIN,

Geh. Ob. B. R., Mitgl. d. Ak. d. W., u. Prof. an d. Univ.
zu Berlin.

1. Ist das Gesetz unbekannt, nach welchem irgend eine Zahlenreihe fortschreitet, so scheint mir unter den Mitteln, durch welche man für eine solche Zahlenreihe zu einem allgemeinen Ausdruck gelangen kann, das folgende Verfahren in allen den Fällen den Vorzug zu verdienen, wo die Zahlenreihe durch fortgesetztes Aufsuchen ihrer höhern Differenzen, zuletzt beinahe gleiche Werthe für die letzten Differenzen giebt. So sind z. B. bei den Gilpin'schen Versuchen (Neues Journal der Physik v. Gren. 2. Bd. S. 374 u. 375.) die zweiten Differenzen beinahe einander gleich. Man erhält alsdann einen mit den Versuchen um so genauer übereinstimmenden allgemeinen Ausdruck, je mehr sich diese letzten Differenzen der Gleichheit nähern; auch findet man in denjenigen Fällen, wo die zweiten Differenzen beinahe einander gleich sind, eine Gleichung, in wel-

cher die unbekannte GröÙe bis zur zweiten Potenz steigt; sind die dritten Differenzen beinahe einander gleich, so steigt die unbekannte GröÙe bis zur dritten Potenz, u. s. w.

In der folgenden Auseinandersetzung wird man nur von den Voraussetzungen ausgehen, daß die zweiten oder dritten Differenzen beinahe einander gleich sind; es wird aber eben so leicht seyn, die Untersuchung auf höhere Differenzen auszudehnen.

2. Von einer arithmetischen Reihe der *dritten* Ordnung sey die (algebraische) Summe $= S$; die (algebraische) Summe ihrer ersten Differenzen $= S'$; der zweiten $= S''$ und der dritten $= S'''$. Ist alsdenn n die Anzahl der Glieder der Reihe, u das erste, u_2 das zweite, --- u_n das n te Glied, so erhält man (Euler Differ. Rechn. 1. T., 2. K., §. 57.)

$$S = nu + (n-1)\Delta u + \frac{n-1 \cdot n-2}{2} \Delta^2 u + \frac{n-1 \cdot n-2 \cdot n-3}{2 \cdot 3} \Delta^3 u$$

Auf gleiche Art ist

$$S' = (n-1)\Delta u + \frac{n-1 \cdot n-2}{2} \Delta^2 u + \frac{n-1 \cdot n-2 \cdot n-3}{2 \cdot 3} \Delta^3 u$$

$$S'' = (n-2)\Delta^2 u + \frac{n-2 \cdot n-3}{2} \Delta^3 u$$

$$S''' = (n-3)\Delta^3 u$$

Verbindet man diese vier Gleichungen mit einander, so erhält man nach gehöriger Entwicklung

$$u = \frac{12S - 6nS' + n \cdot n - 1 \cdot S''}{12n}$$

$$\Delta u = \frac{12S' - 6(n-1)S'' + n-1 \cdot n-2 \cdot S'''}{12(n-1)}$$

$$\Delta^2 u = \frac{2S'' - (n-2)S'''}{2(n-2)}$$

$$\Delta^3 u = \frac{S'''}{n-3}$$

Auch ist ganz allgemein das nte Glied der Reihe oder

$$u_n = u + (n-1)\Delta u + \frac{n-1 \cdot n-2}{2} \Delta^2 u + \frac{n-1 \cdot n-2 \cdot n-3}{2 \cdot 3} \Delta^3 u$$

3. Für eine Reihe der zweiten Ordnung ist $\Delta^3 u = 0$ und $S''' = 0$ also:

$$u = \frac{12S - 6nS' + n \cdot n - 1 \cdot S''}{12n}$$

$$\Delta u = \frac{12S' - 6(n-1)S''}{12(n-1)}$$

$$\Delta^2 u = \frac{S''}{n-2} \text{ und}$$

$$u_n = u + (n-1)\Delta u + \frac{n-1 \cdot n-2}{2} \Delta^2 u$$

4. Damit man nicht nöthig habe, die Summen S' , S'' , S''' durch unmittelbare Addition zu suchen, welches wegen der vorkommenden negativen Differenzen beschwerlich werden kann, ist es vorzuziehen, diese Summen auf einem andern Wege zu finden. Es ist

$$u_2 = u + \Delta u$$

$$u_3 = u_2 + \Delta u_2 = u + \Delta u + \Delta u_2$$

$$u_4 = u_3 + \Delta u_3 = u + \Delta u + \Delta u_2 + \Delta u_3$$

$$u_n = u + \Delta u + \Delta u_2 + \dots + \Delta u_{n-1} = u + S' \text{ daher}$$

$S' = u_n - u$, und eben so: $u_{n-1} - u_{n-2}$

$$S'' = \Delta u_{n-1} - \Delta u$$

$$S''' = \Delta^2 u_{n-2} - \Delta^2 u; \text{ oder}$$

$$S' = u_n - u$$

$$S'' = u_n - u_{n-1} - (u_2 - u)$$

$$S''' = u_n - 2u_{n-1} + u_{n-2} - (u_3 - 2u_2 + u)$$

so daß aus den ersten und letzten Gliedern der Reihe die Summen der auf einander folgenden Differenzen leicht gefunden werden können.

5. Wäre daher eine Reihe Zahlen $A, B, C, D, \dots, L, M, N$ gegeben, deren Anzahl n ist, und man fände, daß die *dritten* Differenzen derselben beinahe einander gleich sind, so läßt sich statt der Zahl N ein allgemeiner Ausdruck u_n angeben, welcher eine Function vom Index n ist, und man erhält, mittelst dieses Ausdrucks, jedes einzelne Glied der Reihe, wenn in u_n statt n die Stellenzahl des gesuchten Glieds gesetzt wird. Die so berechneten Glieder stimmen alsdann mit den gegebenen desto genauer überein, je weniger die dritten Differenzen von einander abweichen. Das Verfahren zur Auffindung des allgemeinen Ausdrucks u_n ist folgendes: zuerst bestimme man durch unmittelbare Addition der ganzen Zahlenreihe die Summe S ; alsdann

$$S' = N - A$$

$$S'' = N - M - B + A$$

$$S''' = N - 2M + L - C + 2B - A$$

und mit Hülfe dieser Zahlen

$$\alpha = \frac{12S - 6nS' + n \cdot n - 1 \cdot S''}{12n}$$

$$\beta = \frac{12S' - 6(n-1)S'' + n-1 \cdot n-2 \cdot S'''}{12(n-1)}$$

$$\gamma = \frac{2S'' - (n-2)S'''}{2(n-2)} \text{ und}$$

$$\delta = \frac{S'''}{n-3}, \text{ so findet man das } n\text{te Glied oder}$$

$$u_n = \alpha + \beta(n-1) + \frac{1}{2}\gamma(n-1)(n-2) + \frac{1}{6}\delta(n-1)(n-2)(n-3)$$

6. Sind die *zweiten* Differenzen der gegebenen Zahlenreihe A, B, C, . . . L, M, N beinahe einander gleich, so bestimme man außer der Summe S

$$S' = N - A$$

$$S'' = N - M - B + A$$

$$\alpha = \frac{12S - 6nS' + n \cdot n - 1 \cdot S''}{12n}$$

$$\beta = \frac{12S' - 6(n-1)S''}{12(n-1)}$$

$$\gamma = \frac{S''}{n-2}, \text{ und hieraus jedes } n\text{te Glied oder}$$

$$u_n = \alpha + \beta(n-1) + \frac{1}{2}\gamma(n-1)(n-2)$$

Anwendung auf die Gilpin'schen Versuche.

7. In der nachstehenden Tafel sind die Gilpin'schen Versuche dergestalt aufgeführt, daß die erste Vertikalspalte die Nummer der Versuche, die zweite die Temperaturen nach dem Fahrenheit'schen Thermometer, von der größten Dichtigkeit des Wassers bis zu 80 Grad, die dritte die beobachteten eigenthümlichen Gewichte, die vierte die berechneten eigenthüml. Gewichte, und die letzte den Unterschied zwischen der Beobachtung und Rechnung enthält.

Werden von den Zahlen der dritten Spalte die zweiten Differenzen gelücht, so findet man, daß solche beinahe gleich groß sind, weshalb die Rechnung zur Auffindung eines allgemeinen Ausdrucks für die Glieder der dritten Vertikalspalte nach §. 6. auszuführen ist. Ohne jetzt schon die Temperatur in Rechnung zu bringen, setze man lediglich die erste Spalte der Tafel mit der dritten in Verbindung, so ist hier

$$A=1,00094; B=1,00093; M=0,99774; N=0,99759 \\ \text{und } n=41.$$

Durch die Addition sämtlicher Zahlen der ersten Spalte erhält man

$$S = 40,98912. \text{ Ferner}$$

$$S' = 0,99759 - 1,00094 = -0,00335$$

$$S'' = -0,00014; \text{ daher}$$

$$\alpha = 1,000 \ 942 \ 967$$

$$\beta = -0,000 \ 013 \ 75$$

$$\gamma = -0,000 \ 003 \ 58974$$

und man findet hiernach

$$u_n = 1,0009429 - 0,00001375(n-1) - 0,0000017949 \\ (n-1)(n-2)$$

Werden in diesen allgemeinen Ausdruck nach und nach statt n die Zahlen 1, 2, 3, - - - der ersten Vertikalspalte der folgenden Tafel gesetzt und die zugehörigen Werthe für u_n berechnet, so erhält man die Zahlen der vierten Vertikalspalte, von deren schönen Uebereinstimmung mit den aus Beobachtungen gefundenen Zahlen man sich durch die in der letzten Spalte beigefügten Unterschiede überzeugen kann.

T A F E L,

welche die Gilpin'schen Beobachtungen über das eigenthümliche Gewicht des Wassers bei verschiedenen Temperaturen, nebst den gefundenen Rechnungsergebnissen enthält.

Versuche.	Temperatur. Grade Fahrenheit.	Eigenthümliches Gewicht		Unterschied
		beobachtet	berechnet	
1	40	1,00094	1,000913	— 0,00003
2	41	1,00093	1,000929	+ 0,00000
3	42	1,00092	1,000912	+ 0,00001
4	43	1,00090	1,000891	+ 0,00001
5	44	1,00088	1,000866	+ 0,00002
6	45	1,00086	1,000838	+ 0,00002
7	46	1,00083	1,000807	+ 0,00002
8	47	1,00080	1,000771	+ 0,00003
9	48	1,00076	1,000732	+ 0,00003
10	49	1,00072	1,000690	+ 0,00003
11	50	1,00068	1,000644	+ 0,00004
12	51	1,00063	1,000594	+ 0,00004
13	52	1,00057	1,000541	+ 0,00003
14	53	1,00051	1,000484	+ 0,00003
15	54	1,00045	1,000424	+ 0,00003
16	55	1,00038	1,000360	+ 0,00002
17	56	1,00031	1,000292	+ 0,00002
18	57	1,00024	1,000221	+ 0,00002
19	58	1,00016	1,000146	+ 0,00002
20	59	1,00008	1,000068	+ 0,00002
21	60	1,00000	0,999986	+ 0,00002
22	61	0,99991	0,999900	+ 0,00001
23	62	0,99981	0,999811	— 0,00000
24	63	0,99971	0,999719	— 0,00001
25	64	0,99961	0,999622	— 0,00001
26	65	0,99950	0,999522	— 0,00002
27	66	0,99939	0,999419	— 0,00003
28	67	0,99928	0,999312	— 0,00003
29	68	0,99917	0,999201	— 0,00003
30	69	0,99906	0,999087	— 0,00003
31	70	0,99894	0,998969	— 0,00003
32	71	0,99882	0,998847	— 0,00003
33	72	0,99869	0,998722	— 0,00003
34	73	0,99856	0,998594	— 0,00003
35	74	0,99843	0,998462	— 0,00003
36	75	0,99830	0,998326	— 0,00003
37	76	0,99816	0,998186	— 0,00003
38	77	0,99802	0,998043	— 0,00003
39	78	0,99788	0,997897	— 0,00002
40	79	0,99774	0,997747	— 0,00001
41	80	0,99759	0,997592	— 0,00000

8. Verlangt man, daß in der allgemeinen Gleichung nicht aus der Stellenzahl in der ersten Vertikalspalte der vorstehenden Tafel, sondern aus der gegebenen Anzahl Grade nach dem Fahrenheit'schen Thermometer, das dazu gehörige eigenthümliche Gewicht des Wassers gefunden werden soll, so setze man, daß μ Grade des Fahrenheit'schen Thermometers, einer Stellenzahl n entsprechen, so ist hier allgemein $\mu = n + 39$ also $n = \mu - 39$. Wird dieser Werth in die vorstehende Gleichung statt n gesetzt, so erhält man

$$u_n = 1,0009429 - 0,00001375(\mu - 40) - 0,0000017949(\mu - 40)(\mu - 41)$$

wo u_n das eigenthümliche Gewicht des Wassers bezeichnet, welches einer Temperatur von μ Grad des Fahrenheit'schen Thermometers entspricht.

9. Wollte man aus den gegebenen Graden des Reaumur'schen Quecksilberthermometers das zugehörige eigenthümliche Gewicht des Wassers finden, so ist, wenn m die Anzahl Reaumur'scher Grade bezeichnet, welche mit μ Fahrenheit'schen Graden übereinkommen, $\mu = \frac{9}{4}m + 32$, daher

$$u_m = 1,0009429 - 0,00001375\left(\frac{9}{4}m - 8\right) - 0,0000017949\left(\frac{9}{4}m - 8\right)\left(\frac{9}{4}m - 9\right)$$

oder wenn man die angedeutete Multiplication verrichtet

$$u_m = 1,0009234 + 0,000037716m - 0,00000908653m^2$$

wo hier u_m das eigenthümliche Gewicht des Wassers bezeichnet, welches einer Temperatur von m Grad des Reaumur'schen Thermometers entspricht.

10. Nach den Gilpin'schen Versuchen ist bei einem Thermometerstand von 60 Grad Fahrenheit das eigenthümliche Gewicht des Wassers, $= 1$ gesetzt worden. Bei der Willkühr dieser Annahmen, welche leicht zu Verwirrung Veranlassung geben, ist es besser, das eigenthümliche Gewicht des dichtesten Wassers $= 1$ zu setzen. Nach den scharfsinnigen Ausmittlungen des Herrn Professor Tralles entsprechen dieser Normaltemperatur für das Wasser 39,83 Grad Fahrenheit oder 3,48 Grad Reaumur, wofür man $3\frac{1}{2}$ Grad annehmen kann. Für diese Temperatur erhält man, wenn in der Formel §. 9. die Zahl $3\frac{1}{2}$ statt m gesetzt wird, das eigenthümliche Gewicht des dichtesten Wassers $= 1,0009441$. Setzt man nun, daß g das eigenthümliche Gewicht des Wassers unter der Bedingung bezeichne, daß solches $= 1$ werde, wenn die Temperatur dem dichtesten Wasser entspricht, so verwandelt sich un (§. 9.) in g , wenn die Coeffizienten der Gleichung durch $1,0009441$ dividirt werden, und man erhält alsdann

$$g = 0,9999793 + 0,00003768 m - 0,0000090779 m^2$$

so daß man mittelst dieses allgemeinen Ausdrucks, wenn statt m die Zahl der Grade des Reaumur'schen Quecksilberthermometers gesetzt werden, das entsprechende eigenthümliche Gewicht g des Wassers unter der Voraussetzung findet, daß das eigenthümliche Gewicht des dichtesten Wassers $= 1$ sey.

Bei dem Gebrauch dieses Ausdrucks darf aber nicht vergessen werden, daß sich die Gilpin'schen

Verfuche nicht weiter als bis auf 80 Grad Fahrenheit erstrecken, dafs also m nur innerhalb $3\frac{1}{2}$ bis 22 Grad Reaumur angenommen werden darf.

11. Die Verfuche des Herrn Prof. Schmidt zu Giessen über die Dichtigkeit des Wassers, obgleich deren nur 15 sind (Gren's Neues Journal der Physik. 1. Bd. S. 218.), stimmen nicht so gut mit einem darauf gegründeten allgemeinen Ausdruck, weil bei ihnen Unterschiede vorkommen, welche Zehntausendtheile der Einheit betragen. Dagegen erstrecken sie sich weiter als die Gilpin'schen Verfuche, weil sie von 5 bis 75 Grad Reaumur gehen. Ohne mich bei den einzelnen Angaben zur Ausmittlung des allgemeinen Ausdrucks aufzuhalten, weil dieser nach der vorstehenden Auseinandersetzung leicht gefunden werden kann, will ich nur bemerken, dafs wenn für das dichteste Wasser das eigenthümliche Gewicht $= 1$ gesetzt wird, man nach den angeführten Schmidt'schen Verfuchen erhält

$$g = 0,9999707 + 0,00003369 m - 0,000007235 m^2$$

VIII.

Auszüge aus einigen Briefen an den Professor Gilbert.

1) Aus mehreren Schreiben des Prof. Soldner
zu München *).

— — Wenn ich Ihnen meine Ansicht der *Theorie des Lichts*, mit der ich noch immer zurückgehalten habe, hier mitzutheilen mich veranlaßt sehe, so muß ich mich gleich im Voraus gegen die Meinung verwahren, als wolle ich eine neue Hypothese über die Natur des Lichts aufstellen. Sie wissen, welches Heer von Meinungen, und mithin welche Dunkelheit hier herrscht. Mir scheint die Sache aber sehr einfach, und die vermeintliche Dunkelheit bloß durch unsern unseligen Misbrauch der Speculation entstanden zu seyn, durch den wir uns immer verleitet finden, die Dinge viel tiefer zu

*) Diese Briefe sind zwar schon vor länger als vier Jahren in Berlin geschrieben und damals für die Leser der *Annalen* bestimmt worden, ein Zufall hat mich aber, diese Gedanken ihnen mitzutheilen, verhindert. Young's Theorie des Lichts und der Farben ist noch um mehrere Jahre älter, daher ich hoffe, in dem Zusammenhange, in welchen ich die Briefe des Hrn. Prof. Soldner hier stelle, auch bei dieser späten Bekanntmachung dem Zwecke derselben noch zu genügen.

Gilbert.

suchen, als sie eigentlich liegen, oder als wir zu suchen im Stande sind. Die Sache ist, nach meiner Ansicht, kurz diese:

„Wir wissen, daß, wenn man einem festen Körper eine gewisse Temperatur giebt, er flüßig wird; erhöht man diese Temperatur bis zu einem bestimmten Grade, so löst sich die Flüssigkeit in Dampf auf, oder der Körper wird Luft, (Ich nehme hier Luft als das Allgemeine, wovon Dampf, Gas u. f. w. Arten sind.) Erhöht man nun die Temperatur noch mehr, und wieder bis zu einem gewissen Grade, so entsteht ein Phänomen, welches man mit dem Ausdrucke bezeichnet, der Körper brennt. Wie aber wenn man hier blos die Sprache änderte und sagte: der Körper wird Licht?“

Wenigstens leitet den Physiker die Erfahrung nur bis hierher, und weiter muß er nie gehen wollen. Es kann also eben so wenig von einem besondern Lichtstoffe die Rede seyn, als man von Dampf-Stoff und Flüssigkeits - Stoff spricht; jeder Körper ist Lichtstoff. Hier einige erläuternde Bemerkungen hierüber,

Bekannte Haupt-Eigenschaften des Lichts sind: eine außerordentliche Flüchtigkeit, so daß es durch viele (wenigstens) feste Körper hindurch geht, wie z. B. durch Glas; und daß es seine Temperatur behält und andern Körpern, wenn es auf sie trifft, Wärme mittheilen kann, ohne selbst zu verlieren, wodurch es das wirksamste Wärme erregende Mittel wird. — Die chemischen Eigenschaften des

Lichts sind noch wenig bekannt; es läßt sich aber vermuthen, daß es in dieser Hinsicht eben so sehr verschieden seyn wird, als die Gasarten, aus denen es entstanden ist. Vielleicht kann man künftig die Lichtarten eben so classificiren, wie die Gasarten. Eine der am meisten auffallenden Eigenschaften des Lichts ist seine Farbe, und man weiß, daß diese sehr verschieden ist; einige Körper brennen weiß, andere roth, grün, blau u. f. f.; hieraus läßt sich schon auch auf chemische Verschiedenheit schließen.

Die Temperaturen, bei welchen verschiedene Körper fest, flüßig u. f. w. werden, sind sehr verschieden. Einige Körper sind in der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre fest, andere flüßig, andere luftförmig, und andere lichtförmig, wie z. B. Phosphor, faules Holz, ein gewisser Theil des Johanniswürmchens u. a. m. Auch die Zwischenräume dieser Epochen sind sehr verschieden. So liegen z. B. Gefrierpunct und Siedepunct beim Weingeiste viel weiter auseinander, als beim Wasser; beim Schwefel scheinen dagegen Gefrierpunct und Entzündungspunct sehr nahe zu liegen. Man hat hierin noch kein besondres Gesetz bemerkt, es fehlt aber auch noch sehr an Versuchen. Durch Vermischung kann man diese Epochen ändern. Einige Körper schmelzen leichter, wenn man sie mit andern vermischt, und eben so kann man gewisse Gasarten leichter zur Entzündung bringen, wenn

man andere hinzuthut. Es entstehen dadurch eigentlich neue Körper.

Beim Uebergange eines Körpers von Flüssigkeit in Dampf bringen Kälte und Druck Wirkungen einer Art hervor, (das Gesetz davon ist die Formel, welche die Expansivkraft der Dämpfe ausdrückt,) und dieses scheint auch beim Uebergange von Dampf auf Licht der Fall zu seyn. In der Torricellischen Leere leuchtet schon bei einer geringen Reibung atmosphärische Luft, deren Entzündungspunct, unter dem Drucke der Atmosphäre, wahrscheinlich sehr hoch liegt *). Hierbei wird man sich erinnern, was Lavoisier in seinen *Elements de Chimie* über das Nordlicht äußert:

Ich will diese Analogien hier nicht weiter fortsetzen, sie fallen einem jeden von selbst bei. Uebrigens sind sie sehr interessant und können nützliche Versuche veranlassen.

Eine besondere Erscheinung in der Theorie des Lichts ist das Glühen, oder das Leuchten eines Körpers in seinem festen oder flüssigen Zustande. Sind es blos einige der Bestandtheile des Körpers, welche flüchtigerer Natur sind und durch Verdunstung sich von ihm losmachen? Oder geht in dieser Temperatur die den Körper umgebende atmosphärische Luft eine chemische Verbindung mit ihm ein,

*) Man weiß, daß ein vollkommen ausgekochtes Barometer nicht leuchtet; bei einem solchen ist in der Torricellischen Leere blos Quecksilberdampf, dessen Entzündungspunct viel höher liegt, als der der gemeinen Luft. S.

und bildet so ein Gas, welches leuchtet? Oder ist es, ohne chemische Verbindung, bloß die atmosphärische Luft, welche leuchtet? Da einige der verschiedenartigsten Körper, wie es scheint, so ziemlich bei einerlei Temperatur anfangen zu glühen, so hat wohl auf jeden Fall die den Körper umgebende atmosphärische Luft großen Antheil daran. Es wäre sehr zu wünschen, daß hierüber genaue Versuche angestellt würden.

Dies sind die Grundzüge meiner Ansicht der Natur des Lichts. Sie sehen, daß hier keine Hypothesen zu Grunde liegen, die man auch niemals nöthig hat, wenn man nicht über die Erfahrung hinausgeht. Gegenwärtiges ist übrigens ein Bruchstück von meiner Ansicht der Physik überhaupt, wovon ich jetzt nicht Zeit habe das Ganze anzuführen. Der Hauptzweck geht, wie Sie sehen, darauf hinaus, der Speculation ihre gehörigen Schranken anzuweisen und das wahre Speculiren in der Physik immer innerhalb der Erfahrung zu halten. Daß auf diese Art die sogenannten Stoffe wegfallen müssen, versteht sich von selbst; denn sie gründen sich nicht auf Erfahrung, sondern auf Fiction; sind Producte unserer Phantasie, die immer sich bestrebt, der Erfahrung vorzueilen, oder sie gar zu verdrängen. Sie werden leicht gewahr werden, daß, so einfach die Sache ist, doch die dabei zu Grunde liegenden Ideen, wenn sie einmal in Gang gebracht sind, eine merkliche Veränderung in unserer Physik hervorbringen müssen;

und da alles nur von Erfahrung ausgeht und das Uebrige blos zum Zweck hat, die Erfahrungen gehörig zu ordnen und zu verbinden, so kann diese Veränderung keine andern als wohlthätige Folgen haben, und muß die Wissenschaft nothwendig auf einen solidern Fuß bringen. Es ist auch nicht zu vergessen, daß hierdurch ein weites Feld zu neuen Versuchen eröffnet wird. Aber ich bin der Meinung, daß man anfangs behutsam seyn müsse, und daß es der guten Sache schaden könnte, wenn man gleich von Reformation, Revolution u. l. w. sprechen wollte; die Sache kann ihren Gang gehen ohne die gehässigen Namen.

Was sagen Sie nun zu der Sache? Daß sie an sich wahr ist, ist wohl keinem Zweifel unterworfen; denn sie ist ja längst bekannt, wir sehen sie alle Tage, und können kein Licht anzünden, ohne uns davon zu überzeugen. Man muß sie also, denke ich, auf jeden Fall zugeben. Aber die Frage ist nur, ob sich der Physiker damit begnügen müsse? Mir scheint dieses auch außer allem Zweifel zu seyn, denn ich sehe nicht, wie wir weiter gehen könnten, ohne die Erfahrung aus den Augen zu verlieren. Wer wird z. B. im Ernste die Fragen aufwerfen: Was ist Helligkeit? Wie ist Licht sichtbar? Chemiker könnten vielleicht die Bedenklichkeit äußern, ob bloße Temperaturerhöhung hinreichend wäre, ein Gas zu entzünden, und ob nicht etwas anders noch hinzukommen müsse. Aber, was ist dieses Etwas? Doch auch Materie, doch

auch eine Gasart! Nun ist es freilich eine bekannte Sache und auch schon oben angeführt worden, daß man durch Vermischung verschiedener Gasarten eine erhalten kann, deren Entzündungspunct ein anderer ist; auch kann durch die Mischung eine starke Temperaturerhöhung entstanden seyn; aber immer wird die Entzündung nur bei einer gewissen Temperatur vor sich gehen. Dieser Einwurf kann also gar nicht Statt finden.

Daß Körper erst zu Dampf werden, ehe sie brennen, wissen wir alle. Das Neue meiner Ansicht besteht nun blos darin, daß ich sage: dieses ist die Theorie des Lichts, weiter kann die Erfahrung nie führen, und wir müssen also auch in der Speculation nicht weiter gehn wollen. Diese Ansicht wird indess nicht unbestritten bleiben. Es giebt Physiker, deren Existenz, als solche, nur auf Phantomen beruht; diesen kann man es natürlich nicht verdenken, wenn sie sich die Stoffe nicht wollen nehmen lassen. Auch können sie unmöglich den Satz billigen, daß das Speculiren über Gegenstände der Physik die Grenzen der Erfahrung nie überschreiten müsse. Auch bei andern, sehr respectablen Männern kann die Sache Schwierigkeiten finden, weil man sich mit der Zeit an einen gewissen Ideengang und an gewisse Ansichten so gewöhnt, daß es schwer wird, davon abzugehen.

Noch bemerke ich zum Schlusse, daß sich vielleicht das Maximum, welches in der Expansivkraft der Dämpfe nach Dalton's Versuche Statt finden

muß, so erklären läßt: sie werden bei einer gewissen Temperatur zu Licht und entweichen, als solches, aus dem Glase. Wenn man daher einen Versuch über dieß Maximum anstellt, so wäre zu wünschen, daß man, um mit Dalton übereinstimmende Resultate zu erhalten, ein gläsernes Gefäß dazu nähme. Vielleicht geht aber Licht durch andere Körper auch; man hat darüber noch keine Erfahrungen.

— — Es ist traurig, daß wir in Deutschland so wenig wahre Experimental-Physiker haben. Die meisten spüren nur nach galvanisch-electrischen Wundern, begnügen sich mit Erscheinungen der Natur und lassen die Gesetze ganz aus der Acht, die doch der Geist der Sache sind. Daher kommt es denn, daß wir bei aller Thätigkeit unserer Physiker doch genöthigt sind, fast alles brauchbare vom Auslande zu beziehen. Ein Beleg zu dieser Behauptung sind vorzüglich Ihre Annalen. Man mag für unsere Schulen im Gegensatze mit den französischen sagen was man will, so läßt sich das Resultat nicht läugnen, daß unsere Jugend eine schiefe Richtung bekommt. Die künftigen Physiker z. B. lernen bei uns Griechisch, um die Meinungen des Aristoteles in der Ursprache zu lesen, anstatt daß sie Mathematik studiren sollten, um dem eigenthümlichen praktischen Geiste eines Newton folgen zu können!

— — Ich bin jetzt mit einer Abhandlung aus der Integral-Rechnung sehr beschäftigt, und mit einer äußerst mühsamen Berechnung von Tabellen für das Integral $\int \frac{dx}{\log. x}$, mit dem sich diese Abhandlung beschäftigt *). Daß man dieses Integral bisher durchaus nicht zu bestimmen wußte, ist Ihnen bekannt. Ich betrachte es nun als eine neue transcendente Function, die, nachdem sie in Tabellen gebracht ist, im Calcul als bekannt angenommen werden kann, und daher dann für das Integriren gerade das ist, was Logarithmen und Kreisbogen sind. Zu diesem Zwecke ist es nothwendig, der Function einen eignen Namen und ein Zeichen zu geben. Ich habe sie *Logarithmus integralis* genannt, und bezeichne sie so $\int \frac{dx}{1x} = \text{Li. } x$, so wie man auch $\int \frac{dx}{x} = \ln x$ genannt hat. Doch bin ich mit diesem Namen und Zeichen noch nicht ganz zufrieden. Um Ihnen von dieser Function, deren Natur bisher so räthselhaft war, eine Idee zu geben, will ich bloß bemerken, daß sie für $x=0$ null ist (oder doch seyn kann, denn das hängt von den willkührlichen Constanten ab). Für alle Werthe von x , von 0 bis 1, ist sie negativ, und für $x=1$ ist sie $= -\infty$. Von da nimmt sie wieder ab und wird zwischen 1,4 und 1,5 null, und dann positiv. Hier sind zur Probe einige solche Zahlen aus meiner Tabelle.

*) Diese Abhandlung ist seitdem im Druck erschienen. G.

$$\text{Li. } 0,1 = - 0,0323898 ; \text{ Li. } \frac{1}{2} = - 0,3786711$$

$$\text{Li. } 0,99 = - 4,0329587 ; \text{ Li. } 2 = + 1,0451638$$

$$\text{Li. } 10 = + 6,1655995.$$

Ich bin mit der Tabelle schon ziemlich weit; von 0 bis 1, welche Partie in der Praxis die wichtigste ist, habe ich sie für alle $\frac{1}{100}$ berechnet.

Die Hauptschwierigkeit lag bisher darin, daß man in dem bekannten Ausdruck

$$\text{Li. } x = 11x + 1x + \frac{(1x)^2}{1 \cdot 2^2} + \frac{(1x)^3}{1 \cdot 2 \cdot 3^2} + \dots + C^*)$$

weder die Constante C bestimmen, noch $x < 1$ setzen konnte. Dies habe ich aber alles weggeschafft und, was sehr merkwürdig ist, C ist, unter der Voraussetzung $\text{Li. } 0 = 0$, eine längst sehr bekannte Zahl, nämlich $C = 0,577215 \dots$ **). Sie werden hieraus schließen, daß die Theorie dieser neuen Function interessant seyn muß; sie erfordert eine etwas eigenthümliche Behandlung, daher das Dunkel, welches bisher auf ihr lag. Unter den eigentlich praktischen Problemen, deren Auflösung nun durch diese Function möglich wird, ist ein sehr wichtiges, von dem ich Sie vielleicht in der Folge unterhalte. — —

2) Aus einem Schreiben des Hrn. Pistor, Geh. Ob. Post-R. in Berlin.

Ihr Auszug aus den Untersuchungen des Herrn Prof. Tralles über die specifischen Gewichte der

*) S. *Euleri Calc. integr.* T. 1. artic. 219 et 228. &

**) *Eul. Inst. Calc. different.* artic. 143. f.

Mischungen aus Alkohol und Wasser, mit Tafeln für den Gebrauch und die Verfertigung der Alkoholometer, im achten Stücke des jetzigen Jahrgangs der *Annalen* (N. F. B. 8. S. 349 f.) veranlaßt mich zu folgender Bemerkung. Es würde von wenig Besonnenheit zeigen, wenn ich in dem, was Hr. Prof. Tralles hier über die Anfertigung der Alkoholometer sagt, seine tiefen Einsichten in das Wesen der Sache verkennen wollte; auch unterschreibe ich alles unbedingt, bis auf einen einzigen Punct, „daß nämlich die gläsernen Alkoholometer den Vorzug vor den messingenen verdienen sollen.“ Die Schwierigkeit, bei den gläsernen eine richtige Theilung zu erhalten, ist für den Künstler so groß, daß ich sie fast für unüberwindlich halten möchte; wenigstens werden Alkoholometer aus dieser Materie immer sehr viel kostbarer seyn, als messingene. Ich habe hier für die Regierung messingene Alkoholometer in ziemlich großen Dimensionen verfertigen müssen, und diese stimmen unter sich bis auf geringe Theile eines Grades überein, indess die besten gläsernen Alkoholometer von Renard in den mittlern Gegenden oft um 3 bis 4 Grade differiren. Die meinigen gehn von 0 Procent bis 86 Procent nach Tralles, und sind genau nach der vom Prof. Tralles angegebenen Vorschrift verfertigt. Der Notiz wegen führe ich hier noch an, daß sie gegenwärtig im *Technischen Bureau*, Poststrasse No. 6, für 4 Thlr. das Stück verkauft und,

weil unsere Besteuerung des eingehenden Branntweins nach ihnen berechnet ist, jederzeit daselbst vorräthig gehalten werden. Aehnliche, wie die von Atkin's mit specifischem Gewicht und der Tralles'schen Skale, können Sie auch bei mir für 10 Thlr. das Stück erhalten; die wenigen, welche ich bis jetzt verfertigt habe, sind inzwischen nur auf Bestellung gemacht worden.

3) Aus einem Schreiben des Herrn Siedefactors
Bischof in Dürrenberg.

Ich habe schon mehrere Zusätze zu meinen Untersuchungen über die Salzsoolen, welche Sie in Ihre Annalen J. 1810. St. 7. (B. 35. St. 3.) aufgenommen haben, gesammelt. Unter ihnen werden Sie auch eine Formel zur allgemeinen Darstellung des Gesetzes der Condensation der Soolen finden, welche Sie vermissen. In dem bevorstehenden Winter denke ich mich mit einigen Merkwürdigkeiten bei dem Gefrieren unserer Soole zu beschäftigen, welche einer genaueren Untersuchung werth zu seyn scheinen.

IX.

*Eine künstliche Steinmasse, nach Herrn
Curaudau.*

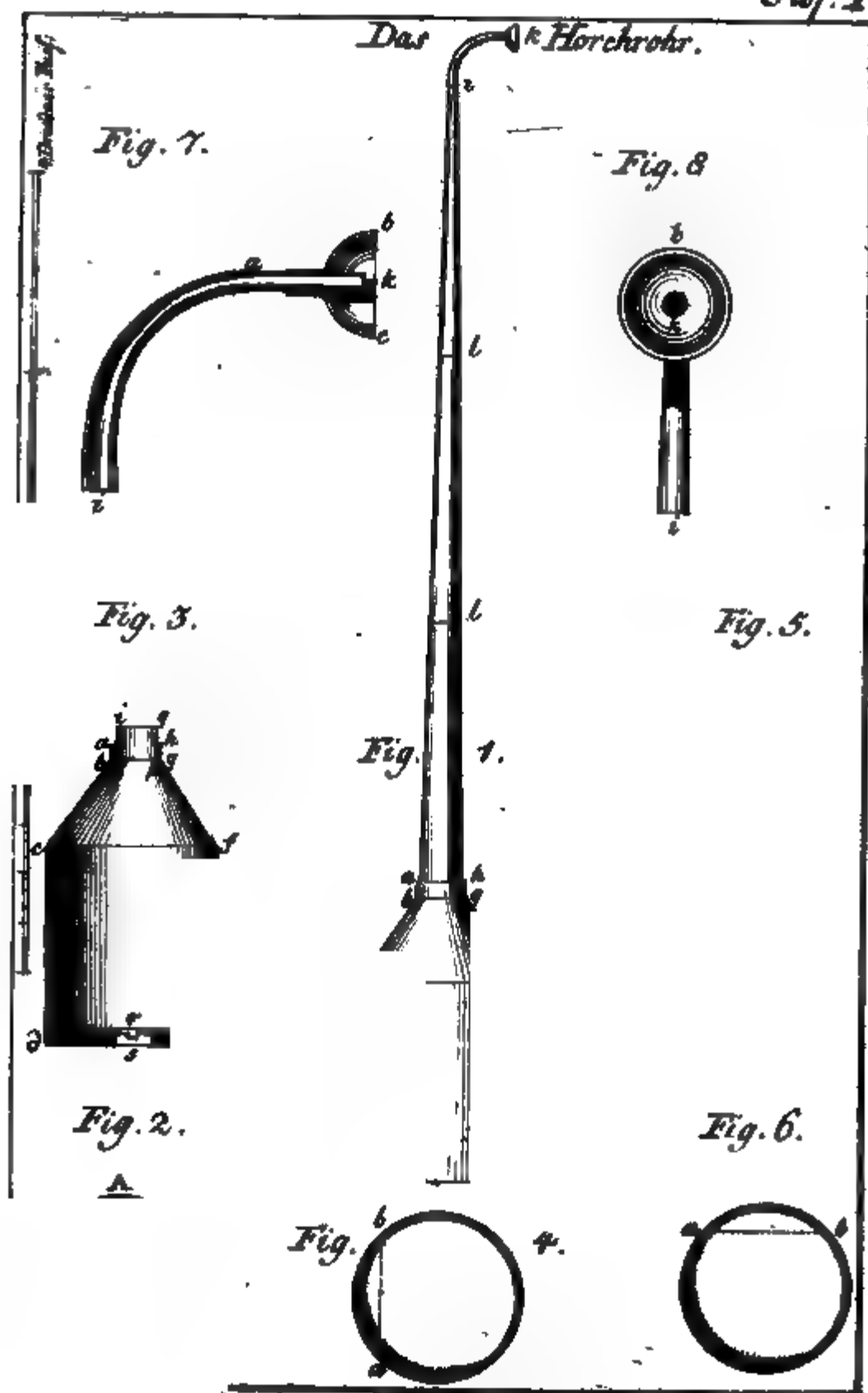
Zwei Theile gebrannter Thon zu einem Pulver gestoßen, 1 Theil Schwefelsäure und hinlänglich viel Wasser geben, wenn man sie blos miteinander vermischt, eine Auflösung von schwefelsaurem Thone. Befördert man aber ihre Einwirkung auf einander [wie, sagt Hr. Curaudau nicht], so erhitzen sie sich manchmal so stark, daß sie zu glühen scheinen, und hat man es mit Mengungen von 25 bis 30 Zentnern zu thun, so dauert diese schöne Erscheinung über eine Stunde.

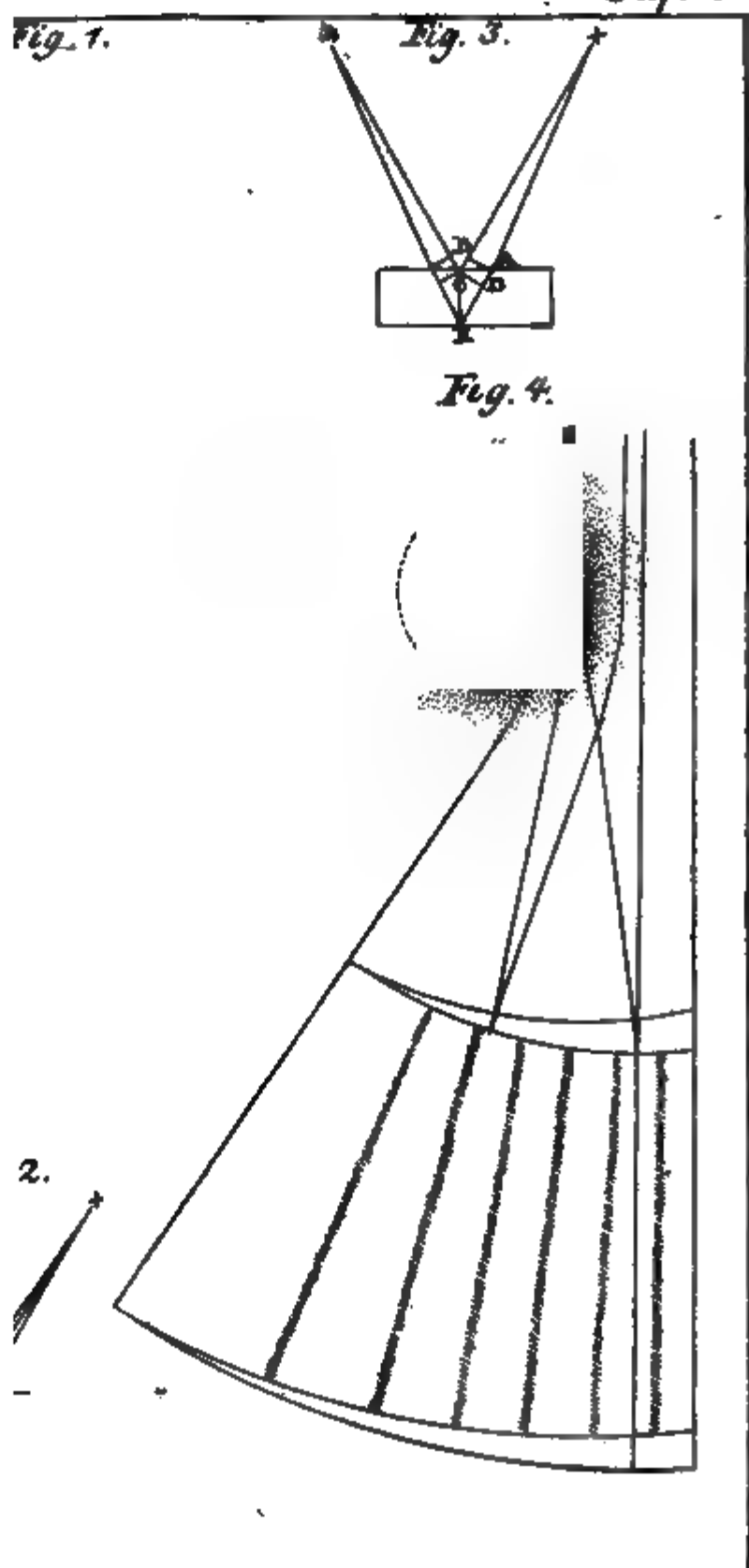
Hierbei ist besonders folgender Umstand merkwürdig. Fehlt es der Masse, wenn die Reaction jener Körper auf einander am größten ist, an Wasser, so nimmt die Masse, welche flüssig ist, in einem Augenblicke einen hohen Grad von Festigkeit an, wobei die Hitze an Intensität zunimmt, und fast die ganze Materie (die ein sehr auflösliches Salz zu geben bestimmt schien) in einen Zustand von Unauflöslichkeit tritt. Ein Beweis, wie innig hierbei Wasser und Säure die Erde durchdringen, da nun die Masse *steinartig* wird.

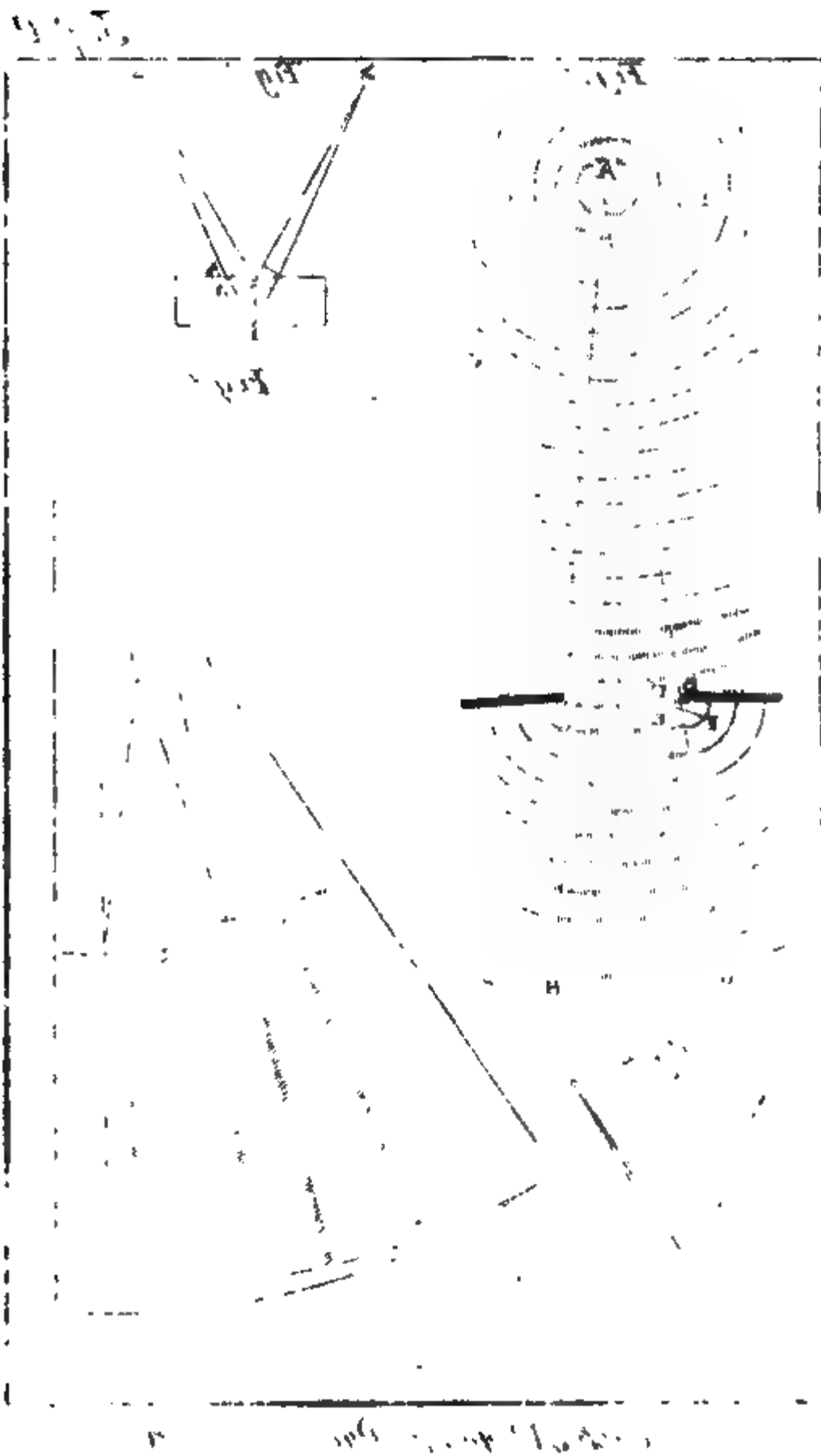
Da bei völliger Unauflöslichkeit diese künstliche Steinmasse mir ohne Gebrauch seyn würde, so vermeide ich es, daß sie unauflöslich werde. Im übrigen nimmt sie aber doch alle äußere Kennzeichen der festesten Steine an, obgleich mehr als die Hälfte ihres Gewichts an Wasser in ihre Zusammensetzung mit eingeht.

In einer Wärme, die größer ist, als die des kochenden Wassers, erweicht diese künstliche Steinmasse, und liesse sich daher vielleicht mit Vortheil als ein Verbindungsmittel, oder zu Abdrücken und Abgüssen, oder zum Formen von Vasen u. d. m. gebrauchen; doch dürfte man Körper, die aus ihr gebildet wären, der Feuchtigkeit nicht aussetzen.

Bei der Aehnlichkeit dieser künstlichen Steinmasse mit dem Gestein der Solfatara, bedarf es vielleicht nicht mehr der Hypothese eines unterirdischen Brandes, um die Ausbrüche der Vulkane zu erklären. Denn sollte nicht der bloße augenblickliche Uebergang des Wassers in den festen Zustand sich als die Ursache derselben denken lassen? so wie die innere Wärme der Erde in großen Tiefen, vielleicht auch die im vegetabilischen und thierischen Organismus sich entwickelnde Wärme, von einem allmählichen Uebergang des Wassers in den festen Zustand herrührt.







ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1811, FIFTES STÜCK.

I.

Vergleichende Versuche über die electricische Kraft der Cylinder-Maschinen und der Scheiben-Maschinen; und ein Mittel, ihr Ladungs-Vermögen electricischer Batterien zu vervierfachen;

von

J. Cuthbertson und G. J. Singer.

Frei bearbeitet von Gilbert *).

Erst seitdem die Cylinder-Maschine durch Nairne ihre jetzige Vollkommenheit erlangt, Nicholson über die Electricitäts-Erregung in ihr seine Versuche angestellt; und Cuthbertson die berühmten Harlemer Apparate gebaut hat, sehn sich die Physiker im Besitze der nöthigen Mittel, Vergleichen über die Kraft dieser Maschinen mit Genauigkeit auszuführen. Eine Menge feiner Umstände haben auf diese Untersuchung Einfluß.

*) *Nicholson's Journ. of nat. philos.* 1811, Gilbert.

- *Annal. d. Physik.* B. 39, St. 3. J. 1811. St. 11.

R

Der Feuchtigkeits-Zustand der Luft und sehr geringe Verschiedenheiten in der Einrichtung des Apparats können in den Wirkungen große Variationen hervorbringen. Bei den folgenden Versuchen sind wir bemüht gewesen, alle Umstände einander so ähnlich als möglich zu machen, um wirklich unterrichtende Resultate zu erhalten.

Wir haben uns bei dieser Vergleichung eines Cylinders von 14 engl. Zollen Durchmesser mit Rolle, Rad und Schnur, welche die Geschwindigkeit, mit der die Handhabe gedreht wurde, vervierfachen, und einer Scheibe von 24 engl. Zollen Durchmesser bedient, die mit einer Kurbel, wie gewöhnlich, gedreht wurde. Ein und derselbe Mann hatte beide Maschinen erbaut, und bei den Versuchen richtete er sie ein, und drehte sie; beide Maschinen wirkten daher möglichst vortheilhaft und übereinstimmend. Nur die mittlern Resultate aus mehreren wiederholten Versuchen wurden aufgeschrieben.

Aus den frühern Versuchen des Hrn. Cuthbertson ist bekannt, daß es kein besseres Mittel giebt, die electriche Kraft zu schätzen, als das Laden einer und derselben belegten Glasfläche, sofern man die Ladung durch sein Electrometer und durch die Längen von Draht von gegebner Dicke, welche beim Entladen geschmolzen wird, mißt *). Doch haben wir bei unsern Versuchen die andern bekannten Mittel, die relativen Mengen der in Wirk-

*) S. diese *Annalen*.

Samkeit gesetzten Electricitäten zu messen, nicht vernachlässigt.

Anfangs machte uns die Ungleichheit im Erfolge, welche aus Verschiedenheiten in der Anordnung der Conductoren, bei starken Ladungen, entspringt, viel Schwierigkeit. Sie läßt sich bei der jetzigen Gestalt der Apparate nicht vermeiden; durch Veränderung in der Größe und Lage der Endkugeln und in der Ladung gelangten wir indess doch endlich dahin, so ziemlich gleichförmige Resultate zu erhalten.

Das mittlere Resultat aus hundert vergleichenden Versuchen war, daß diese beiden Apparate eine ganz gleiche Kraft im Hervorbringen electrischer Ladung besaßen. Die folgenden Versuche lassen darüber gar keinen Zweifel.

Eine Batterie von 15 Flaschen, die ungefähr 17 Quadratfuß Belegung hatte, wurde mit dem Cuthbertson'schen Electrometer in Verbindung gesetzt, dieses mit 15 Grains beladen, und der Entladungsschlag durch 4 Fuß Eisendraht von $\frac{1}{160}$ Zoll Dicke hindurch geleitet. Als das Rad der Cylindermaschine 130 Umdrehungen gemacht hatte, erfolgte die Entladung; der Draht glühte und schmolz zu Kügelchen. — Die Scheiben-Maschine brachte ganz dieselbe Wirkung bei der 138ten Umdrehung hervor. — Als beide Maschinen zugleich gedreht wurden, erfolgte diese Wirkung bei der 65ten Umdrehung.

Schwerlich läßt sich die Gleichheit der Kraft der beiden Maschinen auf eine zuverlässigere Art darthun, als das aus dem Umstande hervorgeht, daß beide Maschinen zugleich, genau mit der Hälfte von Umdrehungen dasselbe, als jede einzeln bei der vortheilhaftesten Wirkung leisteten. — Daß aber die Länge von 48 Zoll geschmolzenen Eisendrahts ein hinlänglich genaues Maafs der Kraft der Ladung war, zeigte sich, als wir den Versuch mit 49 Zoll desselben Eisendrahts wiederholten. Diese Länge kam bloß zum Glühen, ohne daß eine Schmelzung erfolgte.

Da beide Maschinen in gleicher Zeit gleiche Wirkungen hervorbrachten, so kam es nun darauf an, zu untersuchen, ob sie sich auch mit gleicher Kraft in Bewegung setzen ließen. Zu dem Ende drehten wir die Kurbeln so, daß ihr Arm horizontal war, und hingen Gewichte an sie, bis sie in Bewegung kamen. Dazu reichten bei der Scheiben-Maschine 8 Pfund Troygewicht hin, bei der Cylinder-Maschine wurden aber 14 Pfund erfordert.

Hier wurde die erste Reihe der gemeinschaftlichen Versuche beendigt. Man hatte bei den Apparaten manches, was fehlte, bemerkt, und wollte dieses zuvor anschaffen. Inzwischen stellten beide Experimentatoren, welche durch die Gleichheit der Kraft dieser Maschinen überrascht worden waren, einzelne Versuche an.

Die Cylindermaschine ließ sich ganz isoliren, auf dieselbe Art wie die Nairn'sche; sie hatte aber

keine isolirende Kurbel, sondern statt dessen eine seidne Schnur ohne Ende, welche um eine Rolle und um ein Rad lief, das die Bewegung schneller machte. Eine Einrichtung, welche Hr. Singer getroffen hatte, um die Wirkung der von Nicholson beobachteten, den Cylindern eigenen Undulation zu vermeiden, welche durch die Unregelmäßigkeit ihrer Oberfläche und der dadurch bewirkten Ungleichheit im Drucke des Reibzeugs entsteht. Um dieser noch mehr abzuhelpen, ist das Reibzeug so eingerichtet, daß der Rücken desselben wie eine horizontale Feder wirkt, welche einen gleichen und fast einförmigen Druck erhält, ohne die Unannehmlichkeit zu haben, die Isolirung der negativen Electricität zu verkürzen. Hr. Singer hat sich dieser Maschine öfters während eines ganzen Cursus von Vorlesungen bedient, ohne daß sie im geringsten an Kraft abnahm und von der Feuchtigkeit der Luft zu leiden schien, obgleich er das Amalgam nicht ein einziges Mal erneuerte. Als er den Cylinder bei unveränderter Reibung durch eine bloße Kurbel drehen ließ, bedurfte es, wie zu erwarten war, der vierfachen Menge Umdrehungen wie zuvor, um dieselbe Wirkung hervorzubringen; es reichten nun aber auch $2\frac{1}{2}$ Pfund Kraft an der Kurbel hin, ihn in Bewegung zu setzen.

Hr. Cuthbertson zeigte bald darauf Hrn. Singer an, er habe ein Mittel entdeckt, die Wirkungen der Apparate zu verdoppeln, ja selbst zu vervierfachen, ohne daß damit eine andere Unbe-

quemlichkeit, als Vermehrung der Reibung verbunden sey. Und dieses Mittel besteht in nichts anderm, als in einer Vergrößerung der Geschwindigkeit durch Rolle, Rad und Schnur *).

Ehe die folgende Reihe von Versuchen ihren Anfang nahm, brachte Hr. Singer neue Taftflügel statt der alten an, die schon drei Jahre lang gedient hatten. Dieses vermehrte die Kraft der Cylindermaschine um ein Drittel, da eine Flasche, die zuvor bei jedem Umlauf des Rades 4 mahl losgeschlagen hatte, sich nun 6 mahl entlud **), wie wiederholte Versuche übereinstimmend ergaben.

Versuch 1. Man stellte dem Hauptconductor der Scheibenmaschine eine mit der Erde leitend verbundene Kugel von 2 Zoll Durchmesser gegenüber, und entfernte sie allmählig weiter, so lange noch Funken überschlugen. Die größte Weite, in der dieses geschah, war von $6\frac{1}{2}$ Zoll.

Ganz dieselbe Vorrichtung wurde mit der Cylindermaschine getroffen, und sie gab Funken von $8\frac{1}{2}$ Zoll Länge. — Mit größern Kugeln ließen sich längere Funken erhalten, von 12 Zoll und mehr;

*) Unmöglich kann Hr. Singer gemeint seyn, eine so alte und bekannte Sache für eine neue Erfindung Cuthbertson's auszugeben. Das Vortheilhafte dieser Einrichtung bei Scheibenmaschinen bewiesen unter andern die in diesen *Annalen* mitgetheilten electrischen Aufsätze. Die folgenden genauen Versuche über dieses Verstärkungsmittel der Electrirmaschine sind jedoch neu und verdienstlich.

Gilbert.

**) Folglich war die Kraft um die Hälfte vermehrt worden.

G.

man mußte aber sehr langsam drehen; und dann entstanden Undulationen.

Versuch 2. Die folgenden Versuche wurden mit einer Flasche angestellt, die mit einem *Lane'schen* Electrometer versehen war. Dabei zeigten sich Anomalien, welche sich nur aus der Unvollkommenheit dieses Electrometers erklären lassen. Dagegen gab das *Cuthbertson'sche*, nach Art einer Schnellwage eingerichtete Electrometer Resultate von einer merkwürdigen Regularität. Die Flasche, mit der diese letztern Versuche angestellt wurden, hatte 168 Quadratzoll Belegung;

Als der Läufer des Electrometers

stand auf	15 ; 20 ; 25 ; 30 u. 35 Grains,
erfolgte die Entladung bei folgender Zahl von Umdrehungen:	
der Kurbel der Scheibenmaschine	4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8
des Rades der Cylindermaschine	3 ; $3\frac{1}{2}$; 4 ; $4\frac{1}{4}$; 5

Ladungen mit größern Gewichten wurden nicht versucht. Man hätte bei ihnen zuvor in die Flasche hineinblasen müssen, und das hätte Unregelmäßigkeiten in den Resultaten herbeiführen können.

Versuch 3. Diese Versuche wurden nun mit der Batterie von 15 Flaschen, die 17 Quadratfuß Belegung hatte, wiederholt, und man erhielt folgende Resultate. Es erfolgte die Entladung bei einer

Belastung des Electrometers mit	10 ; 15 Grains
nach Umdrehungen der Scheibe	75 ; 102
Umdr. des Rades der Cyl. Masch.	63 ; 70

Versuch 4. Als der Cylinder mit einer bloßen Kurbel bewegt wurde, erfolgte die Entladung dieser Batterie erst bei 246 Umdrehungen. Hieraus er-

hellet, daß beim Bewegen des Cylinders durch ein Schnurrad, der Vorthail nicht genau der vermehrten Zahl der Umdrehungen entspricht; denn 246 ist ungefähr um $\frac{1}{8}$ kleiner als 4. 70. Die Intensität der Wirkung wird durch die Geschwindigkeit der Bewegung ein wenig vermindert.

Versuch 5. Es wurden Rolle und Rad an der Scheibenmaschine zur Beschleunigung der Bewegung angebracht, und es erfolgte die Entladung der Batterie, bei derselben Belastung des Electrometers mit 15 Grains,

mit einer bloßen Handhabe nach	75 Umdrehungen
mit Rolle und Rad, welche	
die Geschwindigk. verzweifachten, nach	42 —
verdreifachten,	28 —
vervierfachten,	19 —

Diese Versuche zeigen auf eine sehr in die Augen fallende Art, wie wichtig und nützlich die Verbesserung ist, die Hr. Cuthbertson an der Scheibenmaschine durch Hinzufügen eines beschleunigenden Schnurrads angebracht hat. Denn nimmt man auf die Mängel des Apparats Rücksicht, der ziemlich grob, bloß zum Versuche, gemacht war, so zeigt sich, daß die Kraft der Maschine so nahe der Zahl der Umdrehungen in einer gegebenen Zeit proportional verstärkt wurde, daß der Unterschied nie über $\frac{1}{8}$ betrug, obgleich die Kraft im Laden bis zum Vierfachen erhöht wurde *).

*) Es ist nemlich $\frac{1}{2} \cdot 75 = 37\frac{1}{2}$; $\frac{1}{3} \cdot 75 = 25$; $\frac{1}{4} \cdot 75 = 18\frac{3}{4}$ G.

Da man keine Ursache hat, anzunehmen, daß man in diesen Versuchen die Gränze der Kraft, die sich der Electrirmaschine geben läßt, erreicht habe, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß man mit einer bewegenden Kraft, welche die Geschwindigkeit ins Unbestimmte vermehrte, die Menge von Electricität, welche einer dieser Apparate in einer bestimmten Zeit hergeben kann, zu verzehnfachen vermöchte; eine für den gegenwärtigen Zustand der Naturlehre wichtige Entdeckung.

Folgendes stellt der Verf. als die praktischen Resultate seiner Untersuchung auf:

Die Verschiedenheit, welche wir anfangs, in der zum Bewegen der beiden Apparate nöthigen Kraft gefunden hatten, verschwand größtentheils, als wir die Hebel, an welche die Kraft wirkte, gleich machten; die Scheibe bedurfte dann 8, der Cylinder 10 Pfund Kraft. Die mehrere Kraft, welche die Cylindermaschine erforderte, wurde durch ihre größere electriche Wirksamkeit ersetzt.

Die Cylindermaschine hat folgende Vorzüge:

- 1) sie giebt die positive und negative Wirkung in vollkommen gleicher Stärke; 2) sie bedarf nur Eines Reibzeugs; 3) sie ist zu Folge ihrer Gestalt minder zerbrechlich, als die Scheibenmaschine; kann 4) vollkommen isolirt werden, und läßt 5) vermöge ihrer eigenthümlichen Structur den Gebrauch größerer Schnurräder zu, um

die Geschwindigkeit zu vermehren, und dadurch die Reibung sehr zu vermindern.

Dagegen sind die Scheibenmaschinen 1) * minder kostbar als die Cylindermaschinen von gleicher Stärke; nehmen 2) weniger Raum ein, und lassen sich 3) in viel größern Dimensionen verfertigen, wie davon die Teyler'sche Maschine zu Harlem mit zwei Scheiben von 5 Fuß Durchmesser den vorzüglichsten Beweis abgiebt; 4) ist es leichter, mehrere Scheiben, als mehrere Cylinder, in Einen Apparat zu vereinigen; 5) läßt sich bei ihnen die Geschwindigkeit viel besser als bei den Cylindern vervielfachen, ohne daß die Bewegung zu schnell wird. Endlich lassen sich 6) mit Scheiben von gleichem Durchmesser und aus einerlei Glasart gleiche und ähnliche Wirkungen erhalten, welches bei Cylindermaschinen sehr schwer ist.

• II.

Beschreibung einer Vorrichtung, um mittelst des Sonnen-Mikroskops die Farben dünner Flächen darzustellen.

vom

Dr. THOMAS YOUNG, M. D., F. R. S. *)

Die schon von Boyle und Hooke beobachteten Farben dünner Flächen sind zuerst von Newton genauer analysirt, seitdem aber nicht weiter erörtert worden, bis man vor kurzem versucht hat, sie zu erklären und auf die Erklärung die Hauptgründe für eine neue Theorie des Lichts und der Farben zu gründen **). Die Erscheinungen selbst sind fast nur aus Newton's Beschreibung bekannt; nur wenige haben sie gesehen, und man hat sie noch nie in öffentlichen Vorlesungen in ihrer vollen Schönheit und auf eine interessante Weise dargestellt. Es scheint indess, als könne es keine

*) Frei übersetzt (zum Theil als Erläuterung zu dem, was oben S. 189 und 214 von den Farben dünner Platten verhandelt worden ist) nach dem *Journ. of the roy. inst.* I. 241., von Gilbert.

**) Geht unstreitig auf die Untersuchungen Jordan's über die Beugung des Lichts und die Farben dünner Flächen, von denen ich dem Leser in diesen *Annalen* B. 18. S. 1 f. mehreres mitgetheilt habe. Gilbert.

Schwierigkeit haben, mittelst der Vorrichtung zur Darstellung dunkler Gegenstände in dem Sonnenmikroskope, diese Farben im Großen lichtbar zu machen; doch sind, um die vortheilhafteste Wirkung zu erlangen, einige Kunstgriffe zu beobachten, welche man hier nicht ungern finden wird.

Die Farben dünner Körper müssen häufig in den Blasen des Wassers und anderer Flüssigkeiten, und in dem Häutchen gesehen worden seyn, womit ein Tropfen Oehl sich über eine Wasserfläche verbreitet. Man nimmt sie besonders in den Tafeln wahr, worin Glimmer und Frauenglas sich so willig theilen lassen. Newton stellte seine Versuche hauptsächlich über die Farben der Seifenblasen und über diejenigen Farben an, welche entstehen, wenn zwei Glaslinfen einander berühren. Um diese Farben durch Seifenwasser darzustellen, ist das Verfahren des Hrn. Jordan das schicklichste. Er taucht die Oeffnung eines Weinglases in schwaches Seifenwasser und hält dann das Glas horizontal, indem er es gegen einen aufrechtstehenden Gegenstand, z. B. gegen einen Fensterladen anlehnt. Da dann das Häutchen, welches die Oeffnung bedeckt, in senkrechter Lage ist, so macht die Schwere der Flüssigkeit, daß das Häutchen unten immer dicker und daß es in den übrigen Stellen allmählig immer dünner wird, bis es endlich an der obersten Stelle zerreißt. Die Farben erscheinen in diesem Falle in Gestalt horizontaler Streifen auf ähnliche Art, wie die sogleich umständlicher zu beschreibenden Ringe.

Newton hat bemerkt, daß die Farben, welche so von einer Fläche eines dichtern Mittels zurückgeworfen werden, lebhafter als die sind, welche entstehen, wenn eine dünne Platte eines dünneren Mittels zwischen zwei dichtern Mitteln liegt. Diese anscheinende Verschiedenheit hat ihren Grund wahrscheinlich in der Menge fremden Lichts, das gemeiniglich in dem Versuche gegenwärtig ist, und das sowohl von der obern Oberfläche des obern Mittels, als von der untern Oberfläche des untern Mittels, die oft beinahe parallel mit den sich berührenden Oberflächen sind, zurückgeworfen wird. Es ist daher wichtig, dieses fremde Licht zu entfernen, welches sich dadurch bewirken läßt, daß man dem einen Glase die Gestalt eines Prisma giebt, und die untere Oberfläche des andern Glases mit schwarzem Siegelack überzieht. Dann wirft die obere Fläche des obern Glases das Licht in einer andern Richtung zurück, und an der untern Fläche ist die Reflexion ganz oder beinahe aufgehoben. Beobachtet man diesen Kunstgriff, so lassen sich die Farbenringe, welche in dem zurückgeworfenen Lichte entstehen, mittelst des Sonnen-Mikroskops zu einem sehr schönen Gegenstande machen.

Die vollkommensten Plangläser sind die, deren man sich bei den Hadley'schen Quadranten bedient. Man lasse ein solches Glas nach der Diagonale des Querschnitts abschleifen, so daß es zu einem spitzen Keile oder Prisma werde, und bringe damit die Oberfläche einer Glaslinse in Berührung,

welche zu einer Kugelfläche von 5 bis 10 Fufs Halbmesser gehören muß. Beide Gläser müssen mittelst dreier Schrauben in ihrer Lage erhalten und mit Kraft an einander geprefst werden; denn sobald man diesen Druck aufhebt, stoßen sie sich mit vieler Kraft einander zurück. Daher darf auch keins von beiden sehr dünn seyn, weil sie sich sonst biegen, ehe sie einander nahe genug sind.

Um diese Gläser an das Sonnen-Mikroskop anzubringen, ist es rathsam, sie in einem Cylinder zu befestigen, der groß genug ist, um über die Gläser und die Schrauben hervorzuragen *), damit man sie leicht drehen könne, bis sie das von dem Spiegel kommende Licht in die Richtung der Axe des Mikroskops zurückwerfen; und es fällt in die Augen, daß sie in diesem Fall etwas gegen den Lichtstrahl geneigt seyn müssen, so daß der Focus des ganzen Bildes nie gleich vollkommen seyn wird, und daß die Farbenringe auf dem Papierschirme oval erscheinen werden. Auf diese Art lassen sich leicht 8 bis 10 Farbenfolgen wahrnehmen, die aber in ihrer Ordnung und Folge zu zusammengesetzt sind, als daß man sie leicht entziffern könnte. Denn sie bestehn in der That aus einer unendlichen Zahl von Reihen von Ringen von verschiedener Größe, und jede dieser Reihen enthält alle Gradationen des Lichts des prismatischen Bildes. Nahe

*) Vergl. *Taf. III. Fig. 1*, von der zwar weiter keine Erklärung gegeben wird, die aber hinreicht, diese Beschreibung verständlich zu machen. *Gilbert.*

bei dem Mittelpuncte sind diese hinlänglich von einander getrennt, um deutlich zu erscheinen, entweder allein oder in Verbindung; nach 8. bis 10 Abwechselungen aber verlieren sie sich in die allgemeine Wirkung weissen Lichtes.

Denn wenn man auf die Gläser blos homogenes Licht fallen läßt, welches aus dem übrigen durch die Brechung in einem Prisma oder auf eine andre Art gefondert worden ist, so nehmen die Ringe einer jeden Farbe, und die dunkeln Zwischenräume zwischen denselben, die ganze sichtbare Fläche ein, und ihre Zahl wird blos durch das Vermögen des Auges, Gegenstände wahrzunehmen, beschränkt, welche so klein sind, als die äussersten Ringe werden, weil die Luftschicht zwischen beiden Gläsern in den Stellen, von welchen diese Ringe herrühren, bei der gekrümmten Gestalt des einen Glases sehr schnell an Dicke zunimmt.

Hat man diesen Umstand gehörig eingesehn, so läßt er sich auf eine noch elegantere Art folgendermassen erläutern. Man stelle ein Prisma wenige Fufs von dem Sonnen-Mikroskope, lasse blos eine schmale Linie auf der Oberfläche desselben dem einfallenden Lichte blösgestellt seyn, und werfe auf dasselbe die Farbenringe in einer solchen Richtung, daß diese Linie durch die Mittelpuncte derselben gehe *). Sieht man nun dahin, daß von dem so

*) Vergl. *Taf. III. Fig. 2*, wo man das an einer Kugel befestigte und von derselben in horizontaler Lage erhaltene Prisma, und auf der einen Fläche desselben die dem einfal-

entstehenden prismatischen Bilde alles fremde Licht entfernt bleibe, so stellt es eine sehr interessante Analyse dieser Farben dar. Denn die Licht-Linie besteht aus Portionen der Ringe von allen möglichen Gradationen der Farbe, von denen jedes eine gebrochne Linie bildet, die indess nicht von gleichen Dimensionen sind; und durch die Brechung im Prisma werden alle diese gebrochenen Linien von einander getrennt und parallel neben einander gestellt, wegen der verschiedenen Brechbarkeit des Lichtes, aus dem sie bestehen. So wird die gebrochne Linie des äußersten Roth, welche aus den längsten Portionen besteht, am wenigsten gebrochen; die andern Roth folgen, und werden mit dem ersten und unter einander in Berührung gebracht, doch der verschiednen GröÙe der Portionen zu Folge etwas schief. Auch die dunkeln Räume sind in Berührung mit einander, und bilden eine Trennung zwischen jeder Portion des Lichts. Auf dieselbe Art folgen die grünen auf die rothen, mit ein wenig oder gar keinem sichtbaren Gelb. Die blauen und violetten sind etwas vermischt, denn diese beiden Farben werden durch dünne Platten in viel kleinere Räume als durch das Prisma gebracht. Deshalb ist jede Portion des Lichtes, die durch aneinanderstoßende Linien der verschiednen Farben gebildet ist, nicht mit geraden,

lenden Lichte frei gelassene Linie, und die Farbenringe in einer solchen Lage sieht, daß diese Linie durch ihren Mittelpunkt geht.

Gilbert,

sondern mit krummen Linien begrenzt *). Zieht man irgendwo eine Linie quer durch dieses zusammengesetzte Spectrum, so zeigt sie die Grundtheile, aus welchen das die Ringe an dem Theile ausmachende Licht besteht. Denn das Prisma zerstreut die Farben allein nach einer Richtung quer durch dieses Spectrum; und man bemerkt, daß nach der 8ten oder roten Abwechslung das an jedem Puncte hindurchgelassene Licht so gemischt ist, daß sich daraus leicht begreifen läßt, warum es weiß erscheint.

Auch die Farben dünner Flächen, die bei der Transmission des Lichtes entstehen, lassen sich leicht durch das Sonnen-Mikroskop darstellen; da es aber ganz unmöglich ist, eine große Menge von Licht, welche nichts zur Bildung derselben beiträgt, auszuschließen, so zeigen sie sich nie so glänzend, als die durch Zurückwerfung gebildeten Farben.

*) Vergl. *Taf. III. Fig. 2.*

G.

III.

Verfuche und Berechnungen zur physikalischen Optik,

VON

THOMAS YOUNG, M. D., F. R. S.

Uebersetzt vom Prof. Lüdicke in Meissen *).

Mit einigen Erläuterungen und Bemerkungen.

1. *Allgemeines, aus Versuchen bewiesenes Gesetz der Vermischung des Lichts.*

Bei einigen Versuchen, welche ich über die Farbenstreifen, mit denen Schatten versehen sind, angestellt habe, bin ich auf einen Beweis eines allgemeinen Gesetzes der Vermischung zweyer Lichtbündel gekommen, der eben so einfach als überzeugend ist. Ich habe mich bemüht, ihn fest zu begründen, und halte ihn jetzt für geeignet, ihn der königlichen Societät vorzulegen in einer kurzen Uebersicht der Beobachtungen, welche mir entscheidend zu seyn scheinen. Der Satz, den ich darthun will, ist: „dass die Farbenstreifen durch Vermischung zweyer Lichtbündel hervorgebracht

*) Aus den *Philosophical Transactions of the Roy. Soc. of London* for 1804. G.

werden** *). Dieses wird, hoffe ich, selbst von denen nicht abgeläugnet werden, welche am meisten dagegen eingenommen sind; denn ich denke die Wahrheit dieses Satzes durch Versuche zu beweisen, die sehr leicht und ohne allen andern Apparat, als den jeder bei der Hand hat, sobald nur die Sonne scheint, wiederholt werden können.

Versuch 1. Ich machte eine kleine Oeffnung in einen Fensterladen und bedeckte sie mit einem Stücke starken Papiers, das mit einer feinen Nadel durchbohrt war. Zu mehrerer Bequemlichkeit bei dem Beobachten brachte ich einen kleinen Spiegel auſserhalb am Fensterladen in einer solchen Lage an, daß er das Sonnenlicht beinahe horizontal auf die entgegengesetzte Wand warf, und einen Kegel divergirenden Lichtes über eine Tafel führte, auf welcher sich verschiedene kleine Schirme von Kartenpappe befanden. In den Sonnenstrahl brachte ich einen Kartenstreifen, der $\frac{1}{8}$ Zoll breit war, und beobachtete den Schatten desselben entweder an der Wand, oder an andern in verschiedenen Entfernungen gehaltenen Karten. Es erschienen nicht blos Farbensäume an jeder Seite des Schattens, sondern auch der Schatten selbst wurde durch ähnliche parallele Streifen von geringerer Breite getheilt, deren Menge von der Entfernung abhing, in wel-

S 2

*) Lichtportionen nach den Worten des Verfassers, dessen Satz so lautet: *that fringes of colours are produced by the interference of two portions of light.* L.

cher der Schatten beobachtet wurde; doch blieb die Mitte des Schattens allezeit weiß. Diese Streifen sind die gemeinschaftlichen Effecte der Lichtbündel, welche auf jeder Seite des Kartenstreifen in den Schatten inflectirt oder vielmehr diffrangirt werden. Denn, wenn man einen kleinen Schirm wenige Zoll von dem Kartenstreifen so stellt, daß er eine der Gränzen des Schattens an seinem Rande auffängt (*so as to receive either edge of the shadow on its margin*), so verschwinden sogleich alle Streifen, welche man vorher in dem Schatten an der Wand bemerkte, obgleich das auf der andern Seite gebeugte Licht in seinem Fortgange nicht aufgehalten wird, und obgleich dieses Licht jede Veränderung leiden muß, welche die Nähe des andern Randes des Kartenstreifen zu veranlassen vermögend war. Rückt man den dazwischen gestellten Schirm von dem schmalen Kartenstreifen weiter ab, so muß er natürlich tiefer in den Schatten eindringen, um die Parallelstreifen auszulöschen; denn an diesen Stellen ist das Licht, welches von dem Rande des Objects diffrangirt wird, weiter in den Schatten nach den Säumen zu eingedrungen. Dieses geschieht also nicht sowohl aus Mangel an einer hinreichenden Dichtigkeit des Lichts, als, weil einer der beiden Lichtbündel unvernünftig ist, diese Streifen allein hervorzubringen: denn, wenn die beiden Lichtbündel nicht unterbrochen werden, so erscheinen die farbigen Linien, selbst wenn die

Dichtigkeit des Lichtes auf den zehnten oder zwanzigsten Theil vermindert worden ist.

Versuch 2. Die büschel- (oder franzen-) förmigen Streifen, welche der scharfsinnige und genau beobachtende Grimaldi beschrieben hat, geben zu einer schönen Abänderung des vorhergehenden Versuchs Veranlassung, und zu einem trefflichen Beispiel einer, sich darauf gründenden Rechnung. Wird der Schatten von einem rechtwinklich gebogenen Gegenstande gebildet, so zeigen sich, außer den gewöhnlichen äußern Streifen; zwei oder drei Säume abwechselnder Farben, welche von der Linie, die den Winkel halbirt, ihren Anfang nehmen und sich auf jeder Seite derselben in krummen Linien ausbreiten, die die convexe Seite gegen diese Theilungslinie kehren, und deren Neigung gegen dieselbe desto größer wird, je weiter sie sich von dem Scheitel des ausgehenden Winkels entfernen. Diese Säume sind ebenfalls der gemeinschaftliche Effect des Lichts, welches von jedem der beiden Ränder des Objects in den Schatten gebeugt wird; denn, wenn ein Schirm nur wenige Zolt von dem Objecte so gestellt wird, daß er bloß den Schatten des einen Randes auffängt, so verschwinden alle Streifen. Wenn hingegen die rechtwinklichte Ecke des Schirms in die Spitze des Schattens so gestellt wird, daß sie bloß das Aeufserste vom Winkel des Schattens auffängt, so bleiben die Streifen ungestört.

2. *Verhältnisse der bei verschiedenen Versuchen gefundenen Maasse.*

Um die Maasse der Streifen unter verschiedenen Umständen zu untersuchen, müssen wir die Differenzen der Längen der von denjenigen Lichtbündeln beschriebenen Bahnen berechnen, welche, wie erwiesen worden, an Hervorbringung der Streifen Theil haben *). Hierbei findet sich nun, daß das Licht allezeit weiß bleibt, wenn die Längen beider Bahnen gleich sind; daß aber, wenn entweder das hellste Licht oder das Licht irgend einer gegebenen Farbe ein- zwei- dreimal verschwindet und wiedererscheint, die Differenzen der Längen der Bahnen der beiden Lichtbündel sich in einer arithmetischen Progression befinden, so nahe als das von Versuchen dieser Art sich erwarten läßt. In dieser Rücksicht will ich die aus einigen Ver-

*) *The differences of the lengths of the paths described by the portions of light, which have thus been proved to be concerned in producing those fringes.* Herr Young schreibt so dunkel, daß häufig ein anhaltendes Studium erfordert wird, um seinen Sinn richtig aufzufassen. Der Leser hat sich wahrscheinlich schon in dem vorigen Stücke der Annalen, wo der Verf. Fälle von einer noch nicht beschriebenen Entstehung von Farben, und ein allgemeines Gesetz für dieselben angiebt (S. 206 f.), in einiger Verlegenheit befunden, was er daselbst S. 208 f. (einer Stelle, die dem Folgenden zur Erläuterung dient) unter *the lengths of the passes* verstehen, und wie er sich Hrn. Young's allgemeines Gesetz anlegen soll. Unter den Bemerkungen am Ende dieses Aufsatzes steht eine Erläuterung von Hrn. Prof. Mollweide, welche den Schlüssel zu diesem dunkeln Ausdrucke, und zum Verständnisse der folgenden Rechnungen enthält. *Gilbert.*

suchen Newton's hergeleiteten Maasse mit denen aus meinen Versuchen vergleichen.

Newton beschreibt im dritten Buche seiner Optik in der 8ten und 9ten Beobachtung einige Versuche, welche, verbunden mit der 3ten Beobachtung, die nöthigen Angaben für die Rechnung hergeben. Zwei Messerklingen, deren Schneiden mit einander einen sehr spitzen Winkel machten, wurden in einen Sonnenstrahl gebracht, der durch eine sehr kleine Oeffnung einfiel, und der Vereinigungspunct der zwei ersten dunkeln Linien, welche die Schatten dieser Klingen umgaben, bei verschiedenen Entfernungen beobachtet. Die Erfolge von sechs Beobachtungen befinden sich in den ersten drei Linien der *ersten Tafel*. Aus ihnen liess sich unter der Voraussetzung, dass die dunkle Linie durch die erste Vermischung des von den *Messerschneiden* reflectirten Lichts mit dem zwischen denselben hindurchgegangenen geradlinigten Lichte entstanden sey, durch Berechnung der Differenz der beiden Bahnen, der Zwischenraum für die erste Verschwindung des hellsten Lichtes finden, und dieser steht in der vierten Linie der ersten *Tafel*. Die *zweite Tafel* enthält die Erfolge einer ähnlichen Rechnung aus Newton's Beobachtungen an dem Schatten eines *Haars*, und die *dritte Tafel* aus meinen eigenen Versuchen von derselben Art, indem vorausgesetzt wird, dass die zweite helle Linie einem doppelten Zwischenraume, die zweite dunkle Linie einem dreifachen Raume und die folgenden

Linien der fortgesetzten Progression zugehören.
Die Einheit bei allen Tafeln ist ein Zoll.

Erste Tafel. (Newton's Observ. 9.)

Entfernung der Schneiden von der Oeffnung	-	-	101"
Entfernung des Papiers von den Schneiden	$1\frac{1}{2}$; $3\frac{1}{2}$; $8\frac{1}{2}$; 32 ; 96 ; 131		
Weite der Schneiden dem Vereinigungspuncte ge- genüber	0,012 ; 0,020 ; 0,034 ; 0,057 ; 0,081 ; 0,087		
Verschwindungs- raum	0,0000122 ; 0,0000155 ; 0,0000182 ; 0,0000167 0,0000166 ; 0,0000166		

Zweite Tafel (Newton's Observ. 3.)

Breite des Haares	"	"	$2\frac{1}{80}$ "
Entfernung des Haars von der Oeffnung	-	-	144
Entfernung der Scale von der Oeffnung	-	150 ; 252	
Breite des Schattens	-	$\frac{1}{4}$; $\frac{1}{5}$	
Breite zwischen dem zweiten Paare heller Linien	-	$\frac{2}{7}$; $\frac{4}{7}$	
Verschwindungsraum oder die halbe Differenz der Bahnen	-	0,0000151 ; 0,0000173	
Breite zwischen dem dritten Paare heller Linien	-	$\frac{4}{73}$; $\frac{3}{10}$	
Verschwindungsraum oder $\frac{1}{4}$ der Differenz	-	0,0000130 ; 0,0000143	

Dritte Tafel. Versuch 3.

Breite des Objects	-	-	0,434
Entfernung des Objects von der Oeffnung	-	-	125
Entfernung der Wand von der Oeffnung	-	-	250
Entfernung des zweiten Paares dunkler Linien von einander	-	-	1,167
Verschwindungsraum, ein Drittel der Differenz	-	-	0,0000149

Versuch 4.

Dicke des Drathes	0,083"
Entfernung des Draths von der Oeffnung	32
Entfernung der Wand von der Oeffnung	250
Breite des Schattens bei drei Messungen	0,815; 0,826; 0,827. Mittel 0,823
Entfernung des 1. Paares der dunkeln Linien	1,165; 1,170; 1,160. Mittel 1,165
Verschwindungsraum	0,0000194
Entfernung des 2. Paares der dunkeln Linien	1,402; 1,395; 1,400. Mittel 1,399
Verschwindungsraum	0,0000137
Entfernung des 3. Paares der dunkeln Linien	1,594; 1,589; 1,585. Mittel 1,586
Verschwindungsraum	0,0000128

Aus fünf Beobachtungen von den sechs der ersten Tafel, (wo die Entfernung des Schattens sich von 3 Zoll bis auf 11 Fuß veränderte, und die Breite der Streifen nach dem Verhältnisse wie 7 zu 1 vergrößert wurde,) erhellet, daß der Unterschied der Bahnen, welcher den Verschwindungsraum giebt, (*the difference of the routes constituting the interval of disappearance*), nur höchstens um $\frac{1}{11}$ zugenommen hatte *), und daß er bei drei Beobachtungen unter diesen fünf mit dem Mittel entweder genau oder bis auf $\frac{1}{160}$ übereinkömmt. Dieses veranlaßt mich, zu schliessen, daß der Zwischenraum, welcher dem Verschwinden des hellsten Lichtes zukommt, entweder völlig oder sehr nahe beständig sey.

*) S. die Erläuterung des Herrn Prof. Mollweide's am Ende dieses Aufsatzes. G.

Jedoch kann man aus der Vergleichung mit allen andern Beobachtungen den Schluß ziehen, daß, wenn die Schiefe der Reflexion sehr groß ist, einige Umstände Statt finden, welche machen, daß der Raum, den wir so berechnet haben, etwas größer wird; so kommt er in der siebenten Zeile der vierten Tafel um $\frac{1}{8}$ größer heraus, als das Mittel der fünf vorhergehenden betrug. Dagegen ist das Mittel von zwei Newton'schen und einem meiner Versuche um $\frac{1}{4}$ kleiner, als die vorhergehenden. In Ansehung dieses Umstandes kann ich für jetzt nichts Bestimmtes sagen, jedoch vermuthe ich, daß er einer Ablenkung des Lichts von der geradlinigten Richtung zuzuschreiben sey, welche entweder aus der gewöhnlichen Diffraction, wodurch der Schatten ebenfalls erweitert wird, oder von einer andern unbekannten Ursache entsteht. Wenn wir uns vorstellten, der Schatten des Drahtes und die nächsten Streifen wären so zusammengezogen worden, daß die Bewegung des an den Schatten grenzenden Lichts geradlinigt sey, so würde man hieraus einen hinreichenden Grund dieser Ablenkung entlehnen können: allein es ist schwer, genau diejenige Richtung des Lichts anzugeben, welche das Bedürfnis einer Correction veranlaßt.

Das Mittel der drei Versuche, welche von dieser unbekannten Ablenkung am wenigsten zu leiden schienen, giebt 0,000027 für den Raum, welcher der Verschwindung des hellsten Lichtes zugehört; und man kann hieraus schließen, daß, wenn

sie hier gar keinen Einfluß gehabt hätte, die Maasse noch etwas kleiner gewesen wären. Nun ist derselbe Zwischenraum, welcher aus den Newton'schen Versuchen mit dünnen Scheiben folgt, $= 0,0000112$, also nur um $\frac{1}{8}$ kleiner als der vorige; eine Uebereinstimmung, welche hinlänglich zu beweisen scheint, daß man diesen beiden Arten der Erscheinungen einerlei Ursache zuzuschreiben habe. Bei den Farben der dünnen Scheiben läßt es sich sehr leicht zeigen, daß eine jede Art des Lichts verschwindet und wiedererscheint, wenn die Differenzen der Bahnen der beiden Lichtbündel sich in einer arithmetischen Progression befinden, und wir haben gesehen, daß dieses Gesetz auf die Erscheinungen des gebeugten Lichtes, auch ohne analogisch zu schließen, allgemein angewendet werden könne.

Die Vertheilung der Farben ist auch in beiden Fällen einander so ähnlich, daß man unmittelbar hieraus auf die Aehnlichkeit der Fälle schließen kann. Newton bemerkt in seiner Optik, 13te Beobachtung des zweiten Theils des ersten Buchs, daß der Zwischenraum der Gläser da, wo die Ringe in rothem Lichte erscheinen, sich zu dem Zwischenraum für violettes Licht verhalten habe wie $14:9$, und in der 11ten Beobachtung des dritten Buchs sagt er, die Entfernungen der Streifen von einander wären unter diesen Umständen der 22te oder 27te Theil eines Zolls. Wenn man hiervon die Breite des Haares abzieht und die Reste quadriert,

um das Verhältniß der Differenzen der Bahnen zu finden, so erhält man das Verhältniß 14 zu $9\frac{1}{4}$, welches wenig von dem bei den Farben dünner Gläser beobachteten Verhältnisse abweicht.

Aus diesem allgemeinen Gesetze läßt sich die Gestalt der schon beschriebenen büschelförmigen Streifen des Grimaldi leicht bestimmen; denn es erhellt, daß unter den Umständen des erzählten Versuchs die Oerter, wo die Differenzen der Längen der von zwei Lichtbündeln beschriebenen Bahnen einer beständigen Größe gleich sind, und wo daher einerlei Art des Lichts erscheint oder verschwindet, sich allezeit in einer gleichseitigen Hyperbel befinden, deren Axen in die Grenzl意思 des Schattens und deren Asymptoten beinahe in die Diagonale fallen. Es müssen daher die Streifen eine solche Richtung haben, wie sie bei der Beobachtung gefunden wird. Jedoch ist zu bemerken, daß die den äußern Grenzen des Schattens näher liegenden Theile so schwach abschattirt sind, daß man hier weniger, als näher bei der Axe bestimmen kann, zu welchem Geschlechte die krumme Linie gehört. Diese Streifen scheinen zwar ein wenig mit den von Newton beobachteten hyperbolischen Streifen übereinzukommen; diese Aehnlichkeit ist jedoch nur sehr entfernt.

3. *Anwendung auf die Neben-Regenbogen.*

Die Wiederholungen der Farben, die zuweilen in den gemeinen Regenbogen bemerkt werden, und

welche D. Langwith und Herr Daval in den *Philosophical Transactions* beschrieben haben, lassen sich ebenfalls leicht und vollständig aus denselben Grundsätzen erklären. D. Pemberton hat sich bemüht, eine Aehnlichkeit zwischen diesen Farben und den Farben dünner Scheiben zu zeigen: aber die unregelmässige Reflexion von der hintern Fläche des Tropfens, welcher er die Erscheinung ganz allein zuschreibt, muß sehr viel zu schwach seyn, um sichtbare Effecte hervorzu- bringen. Um diese Erscheinungen zu begreifen, dürfen wir blos auf die beiden Lichtbündel sehen, welche in den bekannten erklärenden Vorstellungen des Regenbogens angegeben werden, und welche von der hintern Fläche des Tropfens regelmässig reflectirt sich einander in verschiedenen Richtungen durchschneiden, bis sie unter dem Winkel der größten Ablenkung mit einander zusammenfallen, wo sie, vermöge der grössern Dichtigkeit des verdoppelten Lichts, den gewöhnlichen Regenbogen für 41 Grade hervorbringen. Andere Theile dieser beiden Bündel verlassen den Tropfen nach Richtungen, die einander parallel sind, und diese verursachen eine fortgesetzte Verbreitung eines schwächern Lichts auf 25° innerhalb der hellen Grenze, welche den Regenbogen bildet, wiewohl nach dem allgemeinen Gesetze der Vermischung, welche, wie in andern ähnlichen Fällen, das Licht in concentrische Ringe vertheilt. Die Grösse dieser Ringe hängt von der Grösse der Tropfen ab, nach Maas-

gabe der Differenz der Zeit, welche die beiden Lichtbündel in ihrem Fortgange verwenden, die folchergestalt nach parallelen Richtungen in das Auge des Beobachters gelangen, nachdem sie in dem Tropfen verschiedentlich gebrochen und reflectirt worden sind. Diese Differenz verändert sich anfänglich beinahe wie das Quadrat der Entfernung in Graden von dem Hauptregenbogen; wenn aber das erste Nebenroth sich nur 2 Grad von dem Roth des Regenbogens entfernt befindet, daß es sich etwas mit dem Violet des ersten Regenbogens vermischt, so wird die vierte Nebenröthe in einer beinahe um 2 Grad größern Entfernung erscheinen, und die mittlern Farben werden einen dem ersten Regenbogen beinahe gleichen Raum einnehmen. Um diesen Effect hervorzubringen, müssen die Tropfen $\frac{1}{78}$ eines Zolls oder 0,013 im Durchmesser halten; sie dürfen auch nur zwischen $\frac{1}{70}$ bis $\frac{1}{80}$ Zoll betragen. Die Ursache, warum dergleichen Nebenregenbogen nicht öfterer gesehen werden, muß in der Seltenheit des Ereignisses liegen, daß Tropfen von beinahe gleicher Größe sich neben einander befinden; daß sich aber dieses zuweilen ereignen kann, dieses ist an sich gar nicht unwahrscheinlich. Wir messen ja auch die Medicin ab, indem wir sie aus einem Glase tropfen lassen, und man kann sich leicht vorstellen, daß die von der Natur gebildeten Tropfen zuweilen eben so gleichförmig seyn können, als die durch Kunst hervorgebrachten. Wie genau diese Theorie mit den Beobachtungen

übereintrifft, kann man am besten aus D. Langwith's eigenen Worten sehen.

„Den 21. August 1722 Abends halb 6 Uhr, bei gemäßigter Witterung und nordöstlichem Winde, war die Erscheinung folgende: Die Farben des ersten Regenbogens waren wie gewöhnlich, nur das Purpur näherte sich mehr dem Rothen und war gut begrenzt; unter diesem stand ein Bogen von Grün, dessen oberer Theil in ein helles Gelb und der untere in ein dunkleres Grün überging; unter diesem waren abwechselnd zwei Bogen von röthlich Purpur und zwei von Grün; und unter allen ein schwacher Schein eines andern purpurnen Bogens, welcher verschwand und verschiedene Mahl so geschwind wieder erschien, daß wir fast nicht so geschwind sehen konnten. Solchemnach war die Ordnung der Farben 1) Roth, Orange, Gelb, Grün, hell Blau, dunkel Blau, Purpur; 2) lichte Grün, dunkel Grün, Purpur; 3) Grün, Purpur; 4) Grün, schwach verschwindender Purpur. Wir sahen hiet vier Farbenreihen und vielleicht auch den Anfang einer fünften; denn ich bin überzeugt, daß die Farbe, welche ich Purpur nenne, eine Mischung aus dem Purpur der obern und aus dem Roth der nächsten untern Reihe, und daß das Grün eine Mischung der mittlern Farben gewesen sey. Bei dieser Beschreibung verlasse ich mich nicht ganz allein auf das Zeugniß meiner Augen; denn es befanden sich ein Geistlicher und vier andere Herren in meiner Gesellschaft, die ich bat, auf die Farben

genau aufmerksam zu seyn, und die alle übereinstimmten, daß die Erscheinung so gewesen sey, wie ich sie jetzt beschrieben habe. Es giebt hier zwei Umstände, welche wohl verdienen bemerkt zu werden, da sie uns vielleicht einigermaßen auf die Auflösung dieser merkwürdigen Erscheinung führen können. Der erste ist: daß die Breite der ersten Reihe eine jede der übrigen so sehr übertrifft, daß, so viel man beurtheilen konnte, sie allen den übrigen zusammengenommen gleich war. Die zweite ist: daß ich niemals dieselbe innere Farbenordnung in den untern Theilen des Regenbogens gesehen habe, ob sie gleich oft viel lebhafter waren, als die obern Theile, wo sich die Farben zeigten. Ich habe dieselben so oft beobachtet, daß ich sie schwerlich als zufällig betrachten kann; sollten sie sich aber allgemein als wahr zeigen, so würden sie die Untersuchung sehr verkürzen: denn sie würden zeigen, daß diese Effecte von einer Eigenschaft abhängen, welche die Tropfen beibehalten, so lange sie sich in der obern Luftregion befinden, die sie aber verlieren, wenn sie sich heruntersinken und mehr mit andern vermischt sind *).

Aus der Betrachtung der Natur eines Nebenregenbogens von 54° kann man schließen, daß, wenn einige solcher überzähligen Farben bei diesem Regenbogen gesehen werden, sie sich außerhalb desselben, statt innerhalb, zeigen werden. Die

*) *Philosoph. Transact. of the Soc. of London. Vol. 32. p. 243.* Y.

Ringe, welche zuweilen den Schatten des Beobachters in einem Nebel umgeben, sind vielleicht mit mehrerm Rechte mit den gewöhnlichen Farben dünner Scheiben, als mit den durch Reflexion gesehnen zu vergleichen.

4. *Schlussfolge in Ansehung der Natur des Lichts.*

Der Versuch des Grimaldi mit den büschelförmigen Streifen innerhalb des Schattens ist, nebst verschiedenen andern gleich wichtigen Beobachtungen desselben, von Newton unbemerkt übergangen worden. Diejenigen, welche der Newton'schen Theorie des Lichts, oder den Hypothesen neuerer Optiker, die eine noch engere Ansicht haben, zugethan sind, werden daher wohlthun zu versuchen, ob sie irgend etwas entdecken können, das einer Erklärung dieser Versuche ähnlich siehet und das aus ihrer eignen Lehre entlehnt ist. Wenn ihnen aber dieses fehlschlägt, so mögen sie sich wenigstens des leeren Wortgepräuges gegen ein System enthalten, welches von der genauen Anwendung auf alle diese Fälle und auf tausend andere von ähnlicher Art entlehnt ist.

Vermöge der vorausgeschickten Versuche und Rechnungen wird es mir verstattet seyn, zu schließen, daß gleichartiges Licht bei gewissen gleichen Entfernungen in der Richtung seiner Bewegung mit entgegengesetzten Eigenschaften begabt ist, welche fähig sind, sich wechselseitig zu neutralisiren oder aufzuheben und das Licht da auszulöschen, wo ihre

Vereinigung geschieht, und daß diese Eigenschaften bei concentrisch gebeugten Flächen abwechselnd auf einander in Zwischenräumen erfolgen, welche für einerlei Licht, das durch einerlei Mittel gehet, beständig sind. Aus der Uebereinstimmung der Maasse und aus der Aehnlichkeit der Erscheinungen kann man schliessen, daß diese Zwischenräume dieselben wie bei Entstehung der Farben an dünnen Platten sind. Es erhellet aber aus den Newton'schen Versuchen, daß diese desto schmaler sind, je dichter das Mittel ist; und weil man annehmen kann, daß ihre Anzahl bei einer gegebenen Lichtmenge nothwendig unverändert bleiben muß, so folgt, daß sich das Licht langsamer in einem dichtern als in einem dünnern Mittel bewege. Räumt man dieses ein, so muß man zugeben, daß die Brechung nicht die Wirkung einer anziehenden, gegen ein dichteres Mittel gerichteten Kraft sey. Die Vertheidiger der Wurftheorie des Lichts müssen erwägen, welches Glied in dieser Schlusskette sie für das schwächste halten; denn ich habe bis jetzt in diesem Aufsatze keiner von den allgemeinen Hypothesen den Vorzug gegeben. Allein, seitdem man weiß, daß sich der Schall in concentrischen Flächen verbreitet, und daß die musikalischen Töne aus entgegengesetzten Eigenschaften bestehn, welche einander zu neutralisiren und in gewissen gleichen Zwischenräumen, (die nach der Verschiedenheit der Note verschieden sind,) auf einander zu folgen vermögen; so kann man mit

völliger Sicherheit schliessen, daß eine große Aehnlichkeit der Natur des Lichts mit der des Schalles Statt finden müsse.

Bei dieser Untersuchung habe ich mich nicht genöthigt gefunden, die Gegenwart eines solchen beugenden Mittels in der Nähe der dichtern Körper anzunehmen, als ich ehemals ihnen beizulegen geneigt war [oben S. 167.]; und bedenke ich die Erscheinungen der Abirrung des Lichts der Fixsterne, so bin ich geneigt zu glauben, daß der lichtbringende Aether die Substanz aller Körper mit wenig oder keinem Widerstande, vielleicht so frei durchdringt, als der Wind durch einen Wald fährt.

Die Bemerkungen über die Wirkungen der Diffraction und Vermischung können uns zuweilen in der Ausübung nützlich seyn, indem sie uns bei unsern Schlüssen über das Aussehen kleiner mit dem Mikroskop betrachteter Körper vorsichtig machen. Der Schatten einer Faser, wiewohl er dunkel ist, wird in einem Lichtpinfel, der durch eine kleine Oeffnung gefallen ist, allezeit etwas weniger dunkel in der Mitte seiner Breite, als an den Seiten seyn. Eine ähnliche Wirkung findet auch einigermaßen in Ansehung des Bildes auf der Netzhaut Statt, und erregt eine Empfindung und eine Vorstellung von einer Durchsichtigkeit, welche nicht vorhanden ist. Wenn hingegen wirklich etwas Licht durch den Körper gehet, so wird dasselbe vermöge dessen Vermischung mit dem gebeugten Lichte sich verlieren und den Anschein einer par-

tiellen Dunkelheit, anstatt einer gleichförmigen Halbdurchsichtigkeit, hervorbringen. So kann ein dunkler Central-Fleck oder ein heller von einem dunkeln Kreise umgebener Fleck in den Bildern eines halbdurchsichtigen oder dunkeln Körperchen entstehen, und uns die Idee einer verwickelten Structur geben, welche nicht existirt. Um diese Täuschung zu entdecken, brauchen wir nur zwei oder drei Fasern quer über einander zu legen, oder eine Anzahl Kügelchen, die einander berühren, zu betrachten; noch ein wirksameres Hülfsmittel ist Veränderung der Vergrößerung; bleibt bei ihr das Aussehn desselben in Art und Grad, so können wir versichert seyn, daß es die Beschaffenheit der zu untersuchenden Materie wahr darstellt. Die Frage ist hiernach sehr natürlich: ob die Zeichnungen der *Blutkügelchen*, wie sie von Hrn. Hewson in den *Philosoph. Transact. for 1773. Vol. 63.* vorgestellt sind, einer Täuschung dieser Art unterworfen gewesen sind, oder nicht? So viel als ich bisher im Stande gewesen, diese Kügelchen zu untersuchen, habe ich sie mit einer Linse von $\frac{1}{30}$ Zoll Brennweite sehr nahe so gefunden, als sie Hr. Hewson beschrieben hat.

5. *Bemerkungen über die Farben der Körper.*

Versuch 5. Ich habe schon bei Erklärung der Newtonschen Vergleichung der natürlichen Farben der Körper mit den Farben dünner Platten, des D. Wollaston Beobachtungen über das blaue Licht des untern Theils der Lichtflamme angeführt, wel-

che durch ein Prisma gesehen in fünf Theile getheilt erscheint *). Kürzlich habe ich einen ähnlichen noch deutlicheren Fall beobachtet, an Licht, das durch blaues Glas, wie es von den Optikern verkauft wird, gegangen war. Dieses Licht wurde von dem Prisma in sieben verschiedene Theile getheilt, welche beinahe gleich groß, aber gegen das violette Ende zu etwas breiter und weniger scharf begrenzt sind. Die ersten beiden Theile waren roth, der dritte gelblich grün, der vierte grün, der fünfte blau, der sechste blaulich violet, und der siebente violet. Diese Eintheilung kömmt sehr nahe mit der überein, wo das Licht von einer Luftplatte, die $\frac{3}{8}$ eines Zolles Dicke hat, zurückgeworfen wird, welche der 11ten Reihe für Roth und der 18ten für Violet zugehört. Eine ähnliche Scheibe oxydirten Metalls würde vielleicht $\frac{1}{10}$ eines Zolles Dicke haben. Doch muß man gestehn, daß wir große Ursach haben, im Allgemeinen die färbenden Theilchen der Körper noch für unvergleichbar kleiner zu halten, und wahrscheinlich ist die von Newton angegebene Analogie minder genau passend, als er glaubte. Das von einem Luftplättchen reflectirte Licht bey einer dem 11ten Roth beinahe zukommenden Dicke erscheint dem Auge sehr nahe Weiß; jedoch ist das 11te Roth nebst den nachbarlichen Farben unter günstigen Umständen noch zu unterscheiden. Das Licht einiger Arten gefärbter Gläser ist rein roth; das von

*) *Annalen* Jahrg. 1809. N. F. B. 1. S. 415.

andern, roth mit etwas grün; andere halten alles Licht auf bis auf das äußerste rothe und das blaue. In dem blauen Lichte einer Lichtflamme, das durch ein Prisma ausgedehnt wird, erscheinen die Theile einer jeden Farbe kleiner und die dunkeln Räume zwischen ihnen mehr erweitert, als in dem ähnlichen Farbenbilde, das von dem von einer dünnen Scheibe reflectirten Lichte herrührt. — Das Licht des brennenden Alkohols scheint blos grün und violet zu seyn. Die Farbenbrühe, welche in den Läden verkauft und aus Safflor bereitet wird, giebt ein gutes Beispiel von einem gelbgrünen regelmässig reflectirten Lichte und von einem Carmosin, das wahrcheinlich mittelst des Durchlassens entsteht.

6. *Versuch über die unsichtbaren Lichtstrahlen Ritters.*

Versuch 6: Das Daseyn von Sonnenstrahlen, welche das Licht begleiten und brechbarer als die violetten Strahlen sind, und sich uns durch ihre chemischen Wirkungen geben, ist zuerst von Hrn. Ritter dargethan worden; doch hat D. Wollaston kurz nachher dieselben Versuche gemacht, ohne zu wissen, daß sie schon auf dem festen Lande angestellt worden waren *). Diese Strahlen scheinen sich außerhalb der violetten Strahlen des prismatischen Farbenbildes in einen Raum auszubreiten, der beinahe dem mit Violet angefüllten Raume gleich ist. Um die Eigenschaften derselben mit

*) S. die dritte der diesem Aufsatze beigefügten Bemerkungen. G.

mit denen des sichtbaren Lichts besser vergleichen zu können, war ich begierig, die Wirkungen ihrer Reflexion von dünnen Luftplättchen, welche die wohlbekannten Farbenringe hervorzubringen pflegen, zu untersuchen. Zu dieser Absicht brachte ich mittelst eines Sonnenmikroskops *), ein Bild von Farbenringen hervor, und liefs dasselbe auf ein Papier fallen, das ich in eine Auflösung von salpetersaurem (?) Silber getaucht hatte, und das von dem Mikroskope etwa neun Zoll entfernt war. Während einer Stunde wurden Theile von drei dunkeln Ringen sehr deutlich sichtbar; sie waren schmaler als die hellsten Ringe des Farbenbildes und kamen in ihrer Breite sehr nahe mit den Ringen violetten Lichts überein, das durch Beihülfe eines violetten Glases erschien. Mir schienen die dunkeln Ringe ein wenig schmaler, als die violetten Ringe zu seyn; jedoch war der Unterschied nicht groß genug, um darüber gewiß zu werden, höchstens $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{15}$ des Durchmessers. Man darf sich nicht verwundern, daß der Unterschied so klein ist, da die Breiten der Farbenringe an dem violetten Ende des Bildes sich niemals so schnell verändern, als an dem rothen Ende. Um diesen Versuch mit einer größern Genauigkeit anzustellen, würde ein Helio-Stat nöthig seyn, weil die Bewegung der Sonne eine kleine Veränderung des Ortes des Bildes verursacht, und Leder, das mit salzsaurem Silber ge-

*) Und des, in dem vorhergehenden Aufsatze beschriebenen Apparats. G.

schwängert worden, würde den Erfolg mit mehr Genauigkeit angeben. Doch auch in diesem Zustande ist der Versuch hinreichend, die Aehnlichkeit der unsichtbaren mit den sichtbaren Sonnenstrahlen zu bestätigen, und zu zeigen, daß sie eben demselben allgemeinen Gesetze, welches der Hauptgegenstand dieser Abhandlung gewesen ist, unterworfen sind. Hätten wir hinlänglich feine Thermometer, so würden wir wahrscheinlich auf ähnliche Art in Ansehung der von D. Herschel entdeckten Wärme der unsichtbaren Strahlen noch mehr nutzbare Belehrungen erhalten; allein gegenwärtig hat man gegründete Ursache, an der Ausführung eines solchen Versuchs zu zweifeln.

Zusätze und Bemerkungen zu diesem Aufsatze

V O N

den HH. LÜDICKE, MOLLWEIDE und GILBERT.

1. Zusatz des Uebersetzers.

Diese mit vielem Scharfsinn geschriebene Abhandlung des Herrn Young habe ich mit Vergnügen übersetzt, ob sich gleich bei der Bestimmtheit und Kürze, in der sie geschrieben ist, einige Schwierigkeiten darboten, die ich überwunden zu haben hoffe. Der erste bewiesene Satz: daß die Farbenstreifen durch Vermischung zweier Lichtbündel hervorgebracht werden, stimmt mit dem von mir bewiesenen *) sehr nahe überein: daß nämlich die Farbenstreifen und das

*) Siehe *Annalen der Phys.* Jahrg. 1810. St. 2. od. 34. B. S. 235. L.

ganze prismatische Farbenbild von zwei Lichtstrahlen hervorgebracht werden, welche eine Beugung erlitten haben, und verschafft diesem Satze noch mehr Allgemeinheit. Der allgemeinere Satz wäre daher: Alle Farbenstreifen, sie mögen nach der ersten oder zweiten Beugung entstanden seyn, sind von zwei Lichtbündeln hervorgebracht worden.

Bei dieser Gelegenheit kann ich jedoch nicht unterlassen, zu bemerken: daß die Sätze des Verfassers von der Vermischung zweier Lichtbündel und von den Differenzen der Längen der Bahnen in einer Allgemeinheit erscheinen, welche sie nicht haben können. Die Versuche, worauf sich diese Sätze gründen, sind durchgängig mit solchem Lichte angestellt worden, das durch kleine Oeffnungen gegangen, das also schon gebeugt worden war, und diese Lichtbündel, von den Rändern der Oeffnung an gerechnet, sind es, welche der Verfasser im Sinne haben kann. Daß aber dieses an den Rändern der Oeffnung vorbeigegangene Licht von dem freien oder von dem innerhalb einer weiten Oeffnung hindurchgegangenen Lichte sehr verschieden sey, beweisen die Wirkungen mit Hülfe des Prisma, mit welchem jenes Farben, dieses aber einen weißen Raum darstellt*). Diese Bemerkung ist auch auf alle Versuche anzuwenden, welche von Newton an mit dergleichen Lichtstrahlen angestellt worden sind; und es ergiebt sich aus ihr, daß die aus ihnen gezogenen Folgerungen nicht von dem Lichte überhaupt, sondern nur von dem gebeugten Lichte gelten können. L.

II. Ein Paar Erläuterungen und Bemerkungen vom Prof. Mollweide in Leipzig.

Die büschelartigen Streifen, deren Hr. Young im 2ten Versuche erwähnt, sind ohne Zweifel keine andern, als die, welche Grimaldi in seinem Werke über das Licht, die Farben und den Regenbogen Lib. I. Prop. I. nro. 16., und nach ihm Priestley in der Gesch. der Optik S. 137. beschreibt. Die Leser wer-

*) Siehe diese *Annalen* 36: B. S. 145.

den wohlthun, die 36ste Fig. auf der Vten Platte beim Priestley zur Hand zu nehmen, um zu sehen, was Young mit seiner Darstellung eigentlich will.

Was die Berechnung des Unterschiedes der Wege der Lichtportionen, durch deren Zusammenkommen die den Schatten umgebenden Streifen gebildet werden sollen, betrifft, so sieht Young dabei die Oeffnung, durch welche das Licht eindringt, als die Spitze des eindringenden Lichtkegels an, welches freilich nicht in aller Schärfe richtig ist, allein hier keinen beträchtlichen Fehler veranlassen kann. Er berechnet alsdann die Entfernung zwischen der Oeffnung und der Mitte eines hellen oder dunkeln Streifens, ferner die Entfernungen von der Oeffnung bis zu dem Rande des Gegenstandes, und von da bis zur Mitte des vorhin in Betracht gezogenen Streifens: der Ueberschuß der Summe dieser Entfernungen über jene, oder die Hälfte, das Drittel u. s. f., giebt ihm das, was er Interval des Verschwindens nennt. Die Berechnung eines solchen stehe hier zur Erläuterung und zum Belege des Gesagten. Ich wähle dazu einen in der zweiten Tafel aufgeführten Versuch Newton's.

Es stellt der um C als Mittelpunkt beschriebene Kreis A B A D (in Fig. 1. Taf. IV.) den Durchschnitt des Haars vor, welches ich hier für einen geraden Cylinder nehme, dessen Axe die Axe L E des durch die Oeffnung L eindringenden Lichtkegels unter rechten Winkeln schneidet, mit einer durch die Oeffnung L gelegten und auf die Axe des Haars senkrechten Ebene. H E H ist der Durchschnitt der auf L E senkrechten Ebene, womit der Schatten des Haars und die ihn begleitenden Farbenstreifen aufgefangen werden. F F würde die Projection des Schattens seyn, wenn das Licht an den Rändern A A nicht abgelenkt würde. H H sey die Breite zwischen den Mittellinien des zweiten Paares der hellen Streifen. Es ist nun in dem von Newton und Young gebrauchten Maasse eines englischen Zolls $LC = 144$, $AA = \frac{1}{288}$, also $AC = \frac{1}{288}$, $LE = 252$, also $CE = 108$, $NH = \frac{1}{7}$, mithin $EH = \frac{1}{7}$. Daraus ergiebt sich zuvörderst

$$LH = \sqrt{(LE^2 + EH^2)} = \sqrt{(252^2 + (\frac{2}{17})^2)} \\ = 252,00002746196.$$

Ferner

$$LA = \sqrt{(LC^2 + CA^2)} = \sqrt{(144^2 + (\frac{1}{180})^2)} \\ = 144,00009001107.$$

Durch A sey AG der LE parallel, so ist AG = CE und EG = AC, mithin HG = $\frac{2}{17} - \frac{1}{180} = \frac{119}{1260}$ und hieraus

$$AH = \sqrt{(AG^2 + GH^2)} = \sqrt{(108^2 + (\frac{119}{1260})^2)} \\ = 108,00006214744.$$

Demnach LA + AH - LH = 0,00003469655, wovon die Hälfte = 0,00001734827, wie Young bis zur 7ten Decimalstelle hat.

Auf dieselbe Weise werden alle übrigen Angaben Young's gefunden. Freilich hätten hierbei die Fälle ausgeschlossen bleiben sollen, wo der Schatten nicht senkrecht auf die Projectionsebene fiel, wie in dem Versuche der zweiten Tafel, wo die Projectionsebene 150 Zoll von der Oeffnung abstand.

Was übrigens von Young's aufgefundenem Gesetze zu halten sey, wird dem unbefangenen Leser von selbst klar werden, wenn er bemerkt, daß, um jenes auf einer ziemlich willkührlichen Hypothese beruhende Gesetz zu retten, wiederum eine neue Hypothese herbeigezogen werden muß. M.

III. Einige Notizen, die Farben dünner Platten und die nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen betreffend, von Gilbert.

Der Untersuchungen, welche Hr. Gibbs Walker Jordan vor einigen Jahren über die Beugung des Lichts und über die Farben dünner Platten angestellt hat, durch die er Newton's Theorie der Farben umgestossen zu haben glaubt, habe ich schon oben S. 255. gedacht. Seitdem hat sich der große Astronom Herschel der Untersuchung der Farben dünner Platten unterzogen. *Versuche, die Ursachen der farbigen Ringe, welche zwischen aneinander gedrückten Gläsern entstehen, und ähnlicher Erscheinungen zu erforschen, von Herschel, stehn in den Philos.*

Transact. for 1809 und 1810; und folgendes sagt von ihnen der Berichterstatter in den Gött. gel. Anz. Jahrg. 1812. St. 3.: „Herschel findet, daß, so verschieden auch Phänomene dieser Art seyn mögen; sie sich doch sämmtlich aus den gewöhnlichen Gesetzen der Brechung ableiten lassen, und zwar aus der Brechung, welche die Lichtstrahlen erleiden, wenn sie aus einem Glase ausfahren, wobei manche Gattungen des farbigen Lichts, nach Beschaffenheit des Einfallswinkels und des Brechungs-Verhältnisses, zurückgeworfen werden, indess die andern noch durchgehen. Herschel nennt dieses eine kritische Trennung der verschiedentlich gefärbten Strahlen des Lichts, und wählt diese Erklärungsart statt der von Newton so genannten Anwandlungen, leichter zurückgeworfen oder leichter durchgelassen zu werden (fits of easy reflection and easy transmission).“

Von dem Dr. Wollaston sind Versuche, durch welche er nicht-sichtbare Sonnenstrahlen außerhalb des Violets des prismatischen Farbenbildes, durch chemische Wirkungen aufgefunden zu haben glaubt, zuerst erwähnt worden in seiner Beschreibung einer neuen Methode, die brechenden und zerstreuenden Kräfte der Körper mittelst prismatischer Reflexion zu erforschen, welche in den *Philos. Transact. for 1802*, und kritisch bearbeitet von Hrn. Prof. Mollweide in diesen *Annalen* J. 1809. St. 3 u. 4, oder *N. F. B. i. S. 235 u. 398*. erschienen sind; und zwar in einer Schluss-Anmerkung (*Ann. am. ang. Orte, S. 416.*). Einige belehrende Bemerkungen über denselben Gegenstand, die er kurz darauf bekannt gemacht hat, sind in Deutschland unbekannt geblieben, und ich benutze diese Gelegenheit um so lieber, sie noch jetzt in den *Annalen* nachzutragen, da ich zugleich werde darthun können, daß die Einwirkung, die man diesen Sonnenstrahlen auf das salzsaure Silber zuschreibt, eine *oxygenirende*, und keineswegs eine *desoxydirende* ist, wofür Hr. Ritter und andre sie genommen hatten.

Auch wird hier die folgende Notiz von nicht-gelungener Wiederholung der Herschel'schen Ver-

suche über nicht-sichtbare wärmende Sonnenstrahlen, an der Seite des Roth's des prismatischen Farbenbildes, durch einen der geschicktesten und eifrigsten Experimentatoren unter den deutschen Physikern, Hrn. Hofrath Böckmann in Karlsruhe, nicht an dem un-rechten Orte stehn. Ich entlehne sie aus der am 11ten März 1811 geschriebenen Vorrede, welche Hr. Böckmann seiner von der königl. Societät der Wissenschaften zu Göttingen gekrönten Preisschrift, über die Erwärmung der Körper durch die Sonnenstrahlen, Karlsruhe 1811, 424 S. 8., vorangefetzt hat.

„Ich will hier noch einiges über Herschel's sichtbare und nicht-sichtbare Strahlen im Sonnenlichte vorläufig mittheilen, wenn ich auch gleich durch Ritter's sehr inhumane Aeußerungen gegen den Prof. Wünsch *) ziemlich schüchtern geworden bin. Im verflossnen Sommer hatte ich angefangen, die Herschel'schen Versuche zu wiederholen, da sie aber meinen Erwartungen nicht zu entsprechen schienen, so beschäftigte ich mich in der Folge mehr mit der Erwärmung der Körper durch das Sonnenlicht.“

„Die zu den Herschel'schen Versuchen bestimmten Apparate waren von vorzüglicher Güte. Sie bestanden aus 16 chemischen Thermometern, aus 4 Leslie'schen und 1 Schmidt'schen Photometer, aus einigen Luftthermometern, 8 bis 10 Prismen, darunter eines von Bergkrystall, und aus den übrigen von Herschel angegebenen Apparaten. Ich benutzte dazu ein großes Zimmer des physikalischen Kabinets, das gerade gegen Süden liegt, und sich ganz verfinstern läßt.“

„In den vielen vorläufigen, mannigfaltig abgeänderten Versuchen ist es mir bisher nicht möglich gewesen, auch nur eine Spur von Herschel's nicht-sichtbaren Wärmestrahlen aufzufinden. Die verschiedenen prismatischen Farben wirkten auf jene Thermometer und Photometer nicht besonders stark; im Gelb,

*) In seinen Bemerkungen zu des Prof. Wünsch Abhandl. über die vermeinte Sonderung des Lichts der Sonnenstrahlen von der Wärme derselben, im Gehlen'schen Journal für Chemie etc. B. 6. S. 633. B.

Orange und Roth standen sie ungefähr nur um $1\frac{1}{2}$ Grad Reaumür höher, als außerhalb des Farbenbildes im Dunkeln.“

„Ich habe mich aber auch überzeugt, daß Versuche dieser Art äußerst schwierig sind, wenn man zu ganz genügenden Resultaten gelangen will. Unter andern verändert die Sonne jeden Augenblick ihren Stand, sowohl in Hinsicht ihrer Höhe als ihres Abstands vom Meridiane, und dieses hat Einfluß auf das Farbenbild. Ferner ist es immer etwas unsicher bei starker Intensität der Farben, (wenn also die Farbstreifen schmal sind,) die Thermometerkugel in die verlangte Farbe vollkommen zu bringen. Vielleicht könnte die verschiedene Wärme in den einzelnen prismatischen Farben auch daher rühren, daß solche erst aus den Körpern, auf welche jene Strahlen fallen, entwickelt wird.“

„Bei einem meiner vorläufigen Versuche brachte ich eine reine, sehr durchsichtige Glastafel zwischen das Prisma und das Farbenbild, um durch sie die Wärmestrahlen zurückzuhalten, welche nach Herschel durch das Prisma aus dem Sonnenlichte abge sondert werden, da Glas die Wärme nur langsam durch sich hindurch läßt. Allein ich fand hierbei keinen besondern Unterschied in der Erwärmung der Thermometer in dem Farbenbilde.“

„Ich bin indess weit davon entfernt, aus diesen vorläufigen Versuchen schon den Schluß zu ziehn, Herschel, ein Mann, auf den jeder Deutsche stolz ist, habe sich in seinen Versuchen getäuscht. Denn vielleicht könnte die Gestalt und die chemische Beschaffenheit der Prismen, deren er sich bedient hat, oder auch das Eigenthümliche des englischen Himmels kleine abweichende Resultate veranlaßt haben.“

So weit Herr Hofrath Böckmann.

G.

IV.

Ueber gewisse chemische Wirkungen des Lichts,

VON

HYDE WOLLASTON, M. D., F. R. S.

Frei übersetzt mit einigen Bemerkungen von
Gilbert.

Hätte ich gewußt, schrieb der D. Wollaston im Aug. 1804 an Hrn. Nicholson, daß Sie im vorigen Stücke Ihres Journals Ritter's Versuche über das Licht bekannt machen würden *), so würde ich Sie ersucht haben, einige Versuche beizufügen, die ich über denselben Gegenstand angestellt habe. Nicht, um irgend eine Priorität in der Beobachtung von unsichtbaren Sonnenstrahlen, welche chemische Wirkungen äußern, in Anspruch zu nehmen; ich glaube, daß wir beide sehr nahe zu gleicher Zeit auf sie gekommen sind: sondern in der Absicht um Vorrecht in Beziehung auf die Theorie zu empfehlen, welche in der Bezeichnung dieser Strahlen mit dem Ausdruck *desoxydirende* liegt.

In einer Anmerkung zu einem Aufsatze, den ich der königl. Societät mitgetheilt hatte (*Philos.*

*) Nach dem *Journ. d. Phys.* Dec. 1803, wohin sie durch Hrn. D. Oerstedt nach diesen *Annal.* B. VII. S. 525. u. B. XII. S. 409. gekommen waren. Gilbert.

Transact. for 1802. p. 379. *) habe ich mit Fleiß die Kraft, welche die allerbrechbarsten Sonnenstrahlen auf salzsaures Silber ausüben, mit dem allgemeinen Ausdruck *chemische* bezeichnet; nicht allein, weil es zweifelhaft ist, ob sie in andern Fällen eine entsprechende Wirkung äußern möchten, sondern weil ich *damals* die folgenden Versuche gemacht hatte, welche beweisen, daß dieselben Strahlen, welche ein Entweichen von Sauerstoff aus dem salzsauren Silber bewirkten, ein Verschlucken desselben in dem Harze, das gewöhnlich Guajac genannt wird, erzeugen **). Ich hielt sie damals zurück, weil sie mir für den Hauptgegenstand der

*) In diesen *Annalen* J. 1809, N. F. B. 1, S. 418, wo diese Anmerkung als Anhang mit einer Ueberschrift steht, welche nicht von Hrn. Wollaston herrührt. *Gilbert.*

**) Daß auch das Schwarzwerden des salzsauren Silbers im Sonnenlichte auf *kein Desoxydiren* (wie Ritter fälschlich geglaubt hatte), sondern auf Entweichen von Salzsäure und dadurch bewirktes Hervorstechen des Silberoxyds beruht, haben seitdem die HH. Berthollet und Bucholz in diesen *Annalen* N. F. B. I. S. 308. darzuthun gesucht. Das Erste haben sie, wie es mir scheint, genügend dargethan; nicht so das Letztere, wobei sie selbst das Mangelhafte in ihrer Erklärung gefühlt zu haben scheinen. Der wahre Hergang der Sache läßt sich in der That auch erst jetzt erklären, nachdem wir durch Davy's unvergleichliche Forschungen die wahre Natur der Salzsäure und der salzsauren Verbindungen kennen gelernt haben; wie es mir hier mit wenig Worten nachzuweisen erlaubt sey. Nur feuchtes Hornsilber wird im Sonnenlichte schwarz; ein Beweis, daß hierbei das Wasser eine Rolle spielt. Nun aber hat Hr. Davy sehr wahrscheinlich gemacht, daß das Hornsilber eine Verbindung von oxygenirter Salzsäure (seiner *Chlorine*) mit metallischem Silber ist (dies. Band d.

Untersuchung zu wenig bedeutend zu seyn schienen, und weil ich ihnen durch Versuche mit andern Substanzen mehr Werth zu geben hoffte.

Haben diese Strahlen die Kraft, Sauerstoff aus dem salzsauren Silber auszutreiben, so könnte an der Volkslage, daß die Sonne Feuer auszulöschen strebe, vielleicht mehr Wahrheit seyn, als man glaubt, da jene Strahlen, wenn sie sich der Absorption des Sauerstoffs widersetzen, das Verbrennen retardiren

Annal. S. 74.), wenn daher feuchtes Hornsilber in das Sonnenlicht gebracht wird, so muß hiernach der Hergang folgender seyn: Es entsteht eine Wasserzersezung, die Chlorine bemächtigt sich des Wasserstoffs des Wassers und wird damit zu gewöhnlichem salzsauren Gas, und das Silber verbindet sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu Silberoxyd, dessen Farbe bekanntlich schwarz ist. Dieses scheint der Grund zu seyn, warum, wie die HH. Berthollet und Bucholz bemerkt haben, bei diesem Processe stets Salzsäure entweicht. Das Schwarzwerden ist dann aber kein Freywerden von schon vorhandenem Silberoxyd, sondern ein Bilden von Silberoxyd aus metallischem Silber, also ein Proceß der *Oxygenirung*, keineswegs der *Desoxydirung*, für welche Hr. Ritter ihn nahm. Das Chemische in dieser Wirkung der Sonnenstrahlen auf das Hornsilber würde diesem zu Folge ganz mit dem, was Herr Wollaston bei dem *Guajac* beobachtet hat, übereinstimmen; und giebt es nicht-sichtbare Strahlen auf der Seite des Violets, auf welche diese Wirkung beruht, so müßten das *oxygenirende nicht-sichtbare Sonnenstrahlen*, und keineswegs *desoxydirend* seyn. Umgekehrt geht aus dieser Auseinandersetzung, und aus der schönen Harmonie, die sie in die Versuche mit *Guajac* und mit Hornsilber bringt, wenn ich nicht irre, eine Bestätigung der Ansicht hervor, welche Davy von der Natur der Salzsäure gefaßt hat, und von seiner eben so einfachen als interessanten Lehre von der Chlorine und ihren Verbindungen.

Gilbert.

würden. Diesem zu Folge habe ich verschiedene Versuche mit mehreren Körpern im Zustande langsamen Verbrennens gemacht, doch ohne irgend eine wahrnehmbare Bestätigung dieser Hypothese zu erhalten.

Ich habe ferner Versuche über die Einwirkung des Lichts auf einige blaue Pflanzenfarben, welche durch Verbindung mit Sauerstoff verändert werden, und mit denselben zuvor gerötheten Farben angestellt; aber auch hier gelang es mir nicht, irgend eine Wirkung an einer der beiden Gränzen des prismatischen Farbenbildes gewahr zu werden.

Ich nahm nun *Guajac*, welches am Lichte, wie ich längst wußte, eine grüne Farbe annimmt; daß indeß hierzu die Gegenwart der Luft wesentlich nöthig ist, davon habe ich mich auf folgende Art überzeugt. Ich legte ein kleines Stück Guajac zwischen zwei Glasplatten und erhitzte sie, da sie denn in einem kreisrunden Fleck von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser in ihrer Mitte zusammengekittet wurden. In diesem Zustande setzte ich sie im Sommer 3 Wochen lang dem Sonnenscheine aus; in der Farbe des Guajacs ging aber nicht die geringste Veränderung vor. — Ich trennte darauf die Platten mit Gewalt, legte die eine an einen dunkeln Platz, wo aber die Luft freien Zutritt zu ihr hatte, und ließ auf die andre, ohne sie zu bedecken, die Mittagssonne einwirken. Das Guajac auf dieser letztern wurde in 5 Minuten merklich grün, und nahm in wenig Stunden die volle Farbe an, deren es fähig ist; während

das Guajac auf der erlern in mehreren Monaten seine Farbe nicht im geringsten änderte.

Da aus den neuesten Versuchen wahrscheinlich wird, daß nicht der ganze Sonnenstrahl an dieser Wirkung Antheil hat, so suchte ich zu bestimmen, welcher Theil desselben hier der wirkame ist. Ich löste zu dem Ende Guajac in Alkohol auf, wusch eine Karte mit der Tinktur, und brachte sie dann in verschiedene Theile des gewöhnlichen prismatischen Farbenbildes; dieses brachte aber nicht die geringste Veränderung auf ihr hervor. Ich mußte daher auf Mittel denken, die Kraft des Farbenspectrums zu verstärken.

Eine Glaslinse von 7 Zoll Durchmesser wurde mit einer Papierscheibe beklebt, deren Halbmesser um $\frac{1}{8}$ kleiner als der der Linse war. Es blieb folglich ein prismatischer Glasring unbedeckt, der ein 22 Zoll langes, kreisförmiges Prisma darstellte, welches vermöge seiner Kreisgestalt jede der Farben nach Willkühr in einen Brennpunkt vereinigen, oder ein ringförmiges Farbenbild von jedem beliebigen Durchmesser darstellen konnte, und diese durch bloße Veränderungen des Abstands der Linse von der Wand, auf der man die Farben auffing. Bei kleinen Abständen war, wie natürlich, der äußere Rand des Farbenspectrums roth, der innere violet; bei 24 $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung war der Brennpunkt am glänzendsten erleuchtet; in größern Entfernungen wurde das Spectrum wieder ringförmig,

mit verkehrter Farbenfolge wie zuvor, indem nun violet zu äusserst und roth zu innerst war.

Die Wirkung des Lichts auf salzsaures Silber wurde durch diesen Apparat sehr beschleunigt. In kleinern Entfernungen als $22\frac{1}{4}$ Zoll entstand auf der mit salzsaurem Silber bedeckten Fläche ein Ring; in $22\frac{7}{8}$ Zoll Entfernung ein dunkler runder Fleck, und ungefähr in 23 Zoll Entfernung schien der Focus der hierbei wirklichen Strahlenarten zu seyn, da in ihr der Fleck am kleinsten war; in $23\frac{1}{2}$ Zoll Abstand ist der Fleck grösser, in $24\frac{1}{4}$ Zoll Abstand wird er wieder ein Ring, der bis nach dem Mittelpunkte schattirt ist; in $24\frac{1}{2}$ Zoll Abstand aber bleibt der Mittelpunkt vollkommen weiss (es sey denn, man habe das Papier befeuchtet), ungeachtet er stark erleuchtet wird. Es ist mir indess nicht geglückt, in irgend einer Lage dem salzsauren Silber seine weisse Farbe wieder zu geben, nachdem es einmahl durch Einwirkung der am wenigsten brechbaren Farben war gefärbt worden, mochte dieses auch noch so schwach seyn.

Nichts desto weniger beweisen die folgenden Versuche mit *Guajac* deutlich, dass die Kräfte der beiden Enden des Farbenspectrums nicht blos verschieden, sondern entgegengesetzt in ihren chemischen Wirkungen sind.

Mit Guajac-Tinctur bestrichnes Papier wurde in kleine Stücke geschnitten, von denen ich einige dem Sonnenschein aussetzte, bis sie vollkommen grün geworden waren; die übrigen verwahrte ich

vor dem Lichte, bis ich sie zu den Versuchen heraus nahm. Zuerst suchte ich die Brennweite derjenigen Strahlen auszumitteln, welche in der kürzesten Zeit das dunkelste Grün gaben; ich fand sie ungefähr 23 Zoll. In kleinern Entfernungen war die gefärbte Oberfläche größer und blässer; und in 22 $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung entstand ein grüner Ring mit farbenlosem Mittelpunkte. In größeren Entfernungen als 23 oder 23 $\frac{1}{2}$ Zoll, wurde die gefärbte Oberfläche ebenfalls breiter, aber viel blässer, als bei gleichem Abstände vom Focus diesseits, so daß in 24 $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung, welches die Haupt-Brennweite der Erleuchtung ist, sehr wenig oder gar keine Wirkung in 1 Minute (der Zeit, die zu den andern Versuchen gedient hatte) erfolgte. Es war folglich hieraus offenbar, daß in dieser Lage, der chemischen Wirkung der brechbarsten Strahlen (welche nun jenseits ihres Focus divergirten) durch eine entgegengesetzte eben so mächtige Kraft der am wenigsten brechbaren Strahlen, (die ihren Focus noch nicht erreicht hatten) entgegen gewirkt wurde.

Da es mir wahrscheinlich dünkte, daß die Kraft, welche in einem Fall Farben-Entstehung verhinderte, gehörig angebracht, dieselbe Farbe, wenn sie hervorgebracht war, wieder aufheben würde, so brachte ich nun in das verdichtete Farbenspectrum, in verschiedenen Abständen von der Linse, Guajac-Papier, das zuvor im Sonnenlichte gleichförmig grün geworden war. Ich fand nun

einen zweiten Brennpunkt in einem Abstände von beinahe 25 $\frac{1}{2}$ Zoll, in welchem die grüne Farbe vollkommen aufgehoben, und das Guajac zu seiner blaßgelben Farbe zurück gebracht wurde.

Da die Wirkungen in diesem Fall nothwendig die entgegengesetzten als in dem vorigen seyn müssen, so ist es unnöthig, die Abänderungen derselben bei Veränderung der Entfernungen umständlich zu beschreiben. Der gelbe Kreis wurde in größern Entfernungen breiter, und in 25 $\frac{1}{2}$ Zoll Abstand blieb der Mittelpunkt grün, und war von einem gelben Ring umgeben, der nahe mit dem rothen und orangefarbenen innern Rand des ringförmigen Farbenspectrums zusammentraf.

Als ich nachher diesen Versuch in kohlen-sau-rem Gas wiederholte, erhielt ich blos eine Bestätigung meiner vorigen Meinung von der Ursache, der diese Farben-Veränderung zuzuschreiben sey, und keine neue Belehrung. Das Guajac ließ sich in diesem Gas in keiner Entfernung von der Linse grünen, wurde eben im Focus der rothen Strahlen sehr schnell vom Grün zu Gelb zurückgebracht.

Da die Wiederaufhebung der Farbe in dem Hauptfocus der Wärme Statt fand, so war es wünschenswerth, auszumitteln, ob die Gegenwart des Lichtes, oder der Umstand der Strahlung, einen Einfluß auf die Beförderung dieser Wirkung hatte. Ich bestrich daher ein Stück Papier mit Guajac-Tinctur, und nachdem es am Sonnenlichte völlig grün geworden war, drückte ich es auf der hintern

Seite mit einem an einer Lichtflamme heiß gemachten silbernen Löffel; dabei verschwand das Grün eben so schnell als in dem Focus der Sonnenhitze.

Dieser Versuch könnte überflüssig scheinen. Bevor man aber nicht wird erklärt haben, warum die Wärme, welche die Sonnenstrahlen begleitet, durch die Substanz durchsichtiger und durchscheinender Körper hindurchdringt, indess die strahlende Wärme eines Feuers kaum Kraft genug hat, in die allerdurchsichtigsten Körper einzudringen, sondern hauptsächlich nur die Oberfläche angreift und da nur langsam in die innern Theile geleitet wird, darf keine Voricht in Beziehung auf einen Gegenstand, von dem wir noch so wenig wissen, für überflüssig gehalten werden.

V.

*Versuche über den Einfluss der Elektricität auf
das Blut und auf den Athmungsprocess.*

VON

G U S T A V S C H Ü B L E R

Med. Dr. zu Stuttgart *).

So vieles auch seit der Entdeckung der Elektricität über ihre Wirkungen auf den thierischen Körper geschrieben ist, so finde ich doch nirgends etwas Genügendes über den Einfluss der elektrischen Luft auf den Athmungsprocess. Um diesen bisher vernachlässigten Theil der Physiologie des thierischen Körpers so viel wie möglich aufzuhellen, stellte ich die folgende Reihe von Versuchen an. Dafs sie den Gegenstand nicht erschöpfen, gestehe ich gern zu; doch glaube ich die Resultate derselben dem Publikum vorlegen zu müssen; vielleicht

*) Mit Vergnügen lege ich dem Leser diese zusammengedrückte aber doch vollständige Bearbeitung der Inaugural-Dissertation des Verfassers vor, welche er zu Tübingen geschrieben und unter Hrn. Prof. von Kielmeyer im Mai 1810 vertheidigt hat. Der fleissige und scharfsinnige Gebrauch, den er von Davy's Erfahrungen und Ansichten, und überhaupt von diesen Annalen gemacht hat, schienen mir, selbst abgesehen von der Sorgfalt, die er auf diese Versuche gewendet hat, diese Auszeichnung zu verdienen.

Gilbert.

finde ich in Zukunft selbst Gelegenheit diesen Gegenstand weiter auszuführen.

ERSTE ABTHEILUNG.

Verhältnisse der Elektricität gegen das Blut.

Ich glaubte zuvor das Blut, dessen Umwandlung aus dem venösen in den arteriösen Zustand eine Folge des Athmungsprocesses ist, in seinen Verhältnissen zur Elektricität näher untersuchen zu müssen, und mich dann erst an Erforschung des Einflusses der Elektricität auf diesen wichtigen Act wagen zu dürfen. Zu allen diesen Versuchen wurde frisches Menschenblut genommen, wie es noch warm aus den geöffneten Venen gesunder Menschen abgezapft worden war.

1. Coagulation des Bluts im elektrischen Zustande.

Einem gefunden jungen Manne wurde eine Ve-
ne des Arms geöffnet in einem geschlossenen Zimmer, bei 6°, 3 R. Wärme, und aus ihr wurden 6 Unzen Blut abgelassen, welche ich in 2 gleiche irdene Gefäße vertheilte, so daß jedes 3 Unzen enthielt. Das Blut war von gewöhnlicher Farbe und Dichtigkeit und von gesunder Beschaffenheit. Das in dem einen Gefäße enthaltene Blut konnte mittelst eines am Boden desselben befestigten Stanniollstreifens von dem Leiter einer grossen Elektrirmaschine, deren erster Leiter 3 Zoll lange Funken gab, anhaltend in elektrischem Zustande erhalten werden. In der Mitte jedes Gefäßes waren empfindliche correspon-

dirende Quecksilberthermometer befestigt, um die Temperatur - Veränderung des eben gerinnenden Bluts beobachten zu können. Beide Gefäße wurden in Ruhe hingestellt, waren ganz unbedeckt und die atmosphärische Luft hatte vollkommen freien Zutritt. Das eine wurde nun zuerst durch die Elektrisirmaschine anhaltend in dem *positiven* elektrischen Zustand erhalten, das andere wurde nicht elektrisirt.

Die Temperatur des Bluts war im Anfang des Versuchs in beiden Gefäßen $+ 24^{\circ}$ R. *). Schon in wenigen Minuten zeigte sich eine Temperatur - Differenz; das unelektrische Blut zeigte anhaltend eine höhere Temperatur, und das elektrische erkaltete auffallend früher. Im Coaguliren konnte ich in den ersten 8 Minuten keinen Unterschied bemerken; das Blut schien beides noch flüssig zu seyn, obgleich es schon $1\frac{1}{2}^{\circ}$ kälter geworden war. Aber nach 15 Minuten hatte das unelektrische Blut ein Häutchen, und färbte den Finger bei der Berührung nicht mehr; es coagulirte offenbar. Das elektrische Blut war indess noch flüssig, und färbte noch den Finger: die Temperatur - Differenz war jetzt am größten und betrug gegen 3 Grade. Nach 20 Minuten war das unelektrische Blut deutlich geronnen und hatte schon hie und da einiges Serum ab-

*) Frisches Venenblut hat zwar im Moment, wo es aus der Vene gelassen wird, eine höhere Temperatur, von 31° R., es verstrich aber immer einige Zeit, ehe der Versuch an-
gefangen werden konnte. S.

geschieden, und das elektrische Blut fing nun auch an, ein Häutchen zu bekommen, war jedoch deutlich flüssiger, und noch immer 2 Grade kälter, als das unelektrische. Nach 25 Minuten stellte sich die Coagulation des elektrischen Bluts immer deutlicher ein, und nach 30 Minuten war es ebenfalls ganz coagulirt, und farbte bei der Berührung nicht mehr; jedoch war der Blutkuchen noch etwas weniger fest, als bei dem unelektrischen Blute; die Temperatur-Differenz betrug immer noch 2 Grade. Nach 35 Minuten zeigte sich ebenfalls auf der Oberfläche des elektrischen Bluts wasserhelles Serum abgeschieden. Die Temperatur-Verschiedenheit wurde zwar immer geringer, doch blieb das unelektrische Blut über 2 Stunden lang immerfort wärmer, als das elektrische, wie sich aus dem folgenden Detail der Beobachtungen ergibt.

Zeit vom Anfang des Ver- suchs an	Temperatur des Bluts		Differenz der Tempe- ratur.
	des elek- trischen	des un- elektr.	
Minut.	24° R.	24° R.	0
5	19,4	20,1	0,7
10	15,5	17,3	1,8
15	13,3	15,2	2,9
20	11,2	13,7	2,5
25	10,6	12,8	2,2
30	10,0	12,0	2,0
35	9,1	11,0	1,9
40	7,7	9,5	1,8
45	6,9	8,7	1,8
50	6,6	8,3	1,7
55	6,2	7,9	1,7
1 St —	5,8	7,4	1,6
5	5,4	7,0	1,6
10	5,3	6,8	1,5

Nach 2 Stunden 10 Minuten wurde der Versuch abgebrochen, und die Temperatur des elektrischen Bluts stieg nun auf die des unelektrischen. Das elektrische Blut war also während des Elektrisirens bedeutend kälter. In der Coagulation liess sich am Ende des Versuchs für das Gefühl und das Auge keine Verschiedenheit mehr bemerken. Den folgenden Tag hat-

15	5,2	6,6	1,4
20	5,1	6,5	1,4
25	5,0	6,3	1,3
30	4,9	6,1	1,2
35	4,9	6,0	1,1
40	4,9	5,9	1,0
45	4,8	5,8	1,0
50	4,8	5,7	0,9
55	4,8	5,6	0,8
2 St.	4,8	5,5	0,7
5	4,8	5,4	0,6
10	4,8	5,4	0,6

Temper. der umgeb. Luft = 6,2° R.

ten auch beide Blutkuchen ein helles Serum abgetrennt, und der Blutkuchen von beiden schien fest zu seyn.

Diese Beobachtungen über das schnellere Erkalten des elektrischen Bluts wurden einige Male bei den in der Folge zu erwähnenden Versuchen mit Elektrizität wiederholt, welche aus Spitzen durch die Luft auf das Blut überging, und das schnellere Erkalten zeigte sich hier in noch höherem Grade sowohl bei *positiver* als bei *negativer* Elektrizität. Die umgebende Luft war bei diesem ersten Versuche mehr feucht als trocken, wodurch die Elektrizität leicht vom Blut in die Luft anhaltend übergehen konnte; dieser Umstand ist, wie in der Folge erhellen wird, wohl zu berücksichtigen. Auch bei den folgenden mit Blut angestellten Versuchen war die Differenz der Temperatur des elektrischen und nicht elektrischen Bluts jedesmal am stärksten zwischen 15 und 20 Minuten, gerade da, wo das nichtelektrische Blut am deutlichsten seinem coagulirten Zustande zueilte, während das langsamer gerinnende elektrische Blut anhaltend kälter bleibt.

So sehr man auch verleitet werden könnte,

diese gerade während der Coagulation am stärksten sich zeigende Temperatur-Differenz der während des Coagulirens frei werdenden Wärme zuzuschreiben, so zeigten jedoch sogleich folgende mit reinem Wasser angestellte Versuche, daß dem Coaguliren wahrscheinlich der geringste Antheil davon zuzuschreiben ist.

Ich füllte in jedes von zwei gleichen Gefäßen 3 Unzen erwärmtes Wasser, erhielt das eine durch eine gegen die Oberfläche des Wassers gerichtete 3 Zoll entfernte Spitze anhaltend in dem elektrischen Zustande; und setzte das andere zur Vergleichung daneben; in beiden waren correspondirende empfindliche Thermometer.

Zeit vom Anfang des Ver- suchs an	Temperatur des Wassers		Differenz der Tempe- ratur
	des elek- trischen	des un- elektr.	
Min.	27,3	27,3 ^o	0
5	20,4	21,8	1,4
10	16,3	19,4	3,1
15	13,5	17,1	3,6
20	11,0	14,8	3,8
25	9,7	13,7	4,0
30	8,7	12,5	3,8
35	7,9	11,6	3,7
40	7,0	10,2	3,2
45	6,5	9,4	2,9
50	6,0	8,6	2,6
55	5,7	7,9	2,2
60	5,3	7,3	2,0
1 St. 5	5,0	6,9	1,9
10	4,5	6,3	1,8
30	4,0	5,5	1,5
50	3,5	4,5	1,0
2 St. —	3,5	4,0	0,5
10	3,5	4,0	0,5

Temper. der Luft = 4,5° R.

Nach 2 St. 10' wurde der Versuch geendigt, indem sich nun die Temperatur nicht mehr weiter erniedrigte. Das schnellere Erkalten des elektrischen Bluts zeigte sich, das Gefäß mochte isolirt oder unisolirt seyn, jedoch stärker im unisolirten Zustande, wahrscheinlich weil dann ein anhaltenderer Uebergang der Elektricität Statt findet. Wurde das Wasser blos in das elektrische Bad gesetzt, so waren die Differenzen um vieles geringer, und bei einer sehr trockenen, die Elektricität wenig leitenden Luft und schwacher Elektricität würden diese Unterschiede vielleicht ganz verschwinden.

Diese Temperatur-Erniedrigung unter die des umgebenden Mediums und unter die des zur Seite stehenden Wassers, könnte sehr leicht zu dem Gedanken verleiten, daß eine vermehrte Wärmecapacität theils des elektrischen Wassers, theils der darüber stehenden Luft, (die etwa dadurch veranlaßt wurde, daß das Wasser und die Luft durch die Elektricität in einen expandirten Zustand geriethen,) möge die Ursache dieser Kälte-Erzeugung seyn. Daß aber eine solche Expansion und dadurch vermehrte Wärmecapacität nicht Statt finde, überzeugten mich die folgenden beiden Versuche:

Ich brachte in ein gläsernes mit einem Barometer versehenes Gefäß 12 Unzen atmosphärische Luft, und ließ durch eine in die Wand des Glases eingekittete Spitze eine Viertelstunde lang Elektricität in diese Luft einströmen, konnte aber nicht die geringste Vermehrung des Volumens bemerken, obgleich jede Annäherung an das gläserne Gefäß eine deutliche Ausdehnung durch die mitgetheilte Wärme zur Folge hatte, und die Empfindlichkeit des Apparats bewies. Ich füllte dasselbe Gefäß mit Wasser, und elektrisirte es eine Viertelstunde lang, konnte aber wiederum keine Vermehrung des Volumens bemerken.

Zwei Gefäße mit Wasser, mit correspondirenden Thermometern versehen, hatten mehrere Stunden ruhig in meinem Zimmer gestanden; die Temperatur der Luft war $+ 14,2^{\circ}$ R.; die des Wassers

in beiden Gefäßen $+13,2^{\circ}$ R. [indem das Wasser immer durch die anhaltende Ausdünstung kälter als die darüber befindliche Luft ist]. Ich liefs nun auf das eine die Elektricität übergehen *), auf das andere nicht, und beobachtete folgendes:

Zeit vom Anfang des Ver- suchs an	Temperatur des Wassers		Differenz der Tempe- ratur
	des elek- trischen	des un- elektrif.	
0	13,2	13,2	0
2	13,0	13,2	0,2
4	12,8	13,2	0,4
6	12,6	13,2	0,6
8	12,5	13,2	0,7
10	12,3	13,2	0,9
12	12,2	13,2	1,0
14	12,1	13,2	1,1
16	12,1	13,2	1,1
18	12,0	13,2	1,2
20	12,0	13,2	1,2
22	12,0	13,2	1,2
25	12,0	13,2	1,2
30	12,1	13,2	1,1
40	12,4	13,2	0,8
50	12,7	13,2	0,5
1 St. 30'	13,2	13,2	0

Die Temperatur des Wassers erniedrigte sich sogleich, sobald zu elektrifiziren angefangen wurde, und fiel 18 Minuten lang, dann blieb sie stehen. Das Wasser war nun $2^{\circ},2$ R. kälter, als das umgebende Medium, und $1^{\circ},2$ kälter, als das unelektrifirte Wasser. Nach 30 Min. wurde zu elektrifiziren aufgehört, und nun erhöhte sich die Temperatur des elektrischen Wassers langsam wieder; jedoch verstrich eine volle Stunde, bis es die Temperatur des unelektrifirten Wassers nach und nach wieder erhielt.

Temper. der Luft $= 14, 2^{\circ}$

Ich brachte nun über dasselbe Wasser eine dünne Oelfschichte, und fing auf's Neue zu elektrifiziren an, konnte aber in 15 Minuten nicht die geringste Temperatur-Eerniedrigung bemerken.

Dieser Versuch schien sehr dafür zu sprechen, daß eine Vermehrung der Ausdünstung durch das

*) Zu diesen und den nächst folgenden Versuchen wurde eine Scheibenmaschine angewandt, welche $1\frac{1}{2}$ Zoll lange Funken gab, die E. war immer die positive, und der zu elektrifizirende Körper stand unter einer Spitze, welche die El. ausströmte, 3 Zoll von ihr entfernt. S.

Elektrifiren die Hauptursache des schnellern Erkaltens des elektrisirten Wassers sey, denn hier wurde die Ausdünstung durch das Oel gehemmt. Das Oel konnte jedoch als ein schlechter Wärmeleiter auch hier wieder eine Täuschung veranlassen. Ich wiederholte daher sogleich diesen Versuch mit 2 Gefäßen mit Quecksilber, und auch in ihnen wurde durch das Elektrifiren keine weitere Erniedrigung der Temperatur hervorgebracht.

Durch diese und einige sogleich zu erwähnende Versuche mit festen Körpern überzeugte ich mich, daß die Ursache des Erkaltens des Bluts und Wassers unter die Temperatur des umgebenden Mediums und des zur Seite stehenden Wassers, in einer unter diesen Umständen *durch das Elektrifiren vermehrten Ausdünstung* zu suchen sey *).

Schon glaubte ich aus diesen Versuchen muthmaßen zu können, daß auch das schnellere Erkalten des erwärmten Wassers und Bluts vorzüglich dadurch veranlaßt werde, daß die bei höherer Temperatur ohnedieß stärkere Ausdünstung durch Elektrizität noch vermehrt werde; daß jedoch die Ausdünstung hier bloß einen Theil der Ursache nicht

*) Ich habe versucht den Verlust durch diese Ausdünstung durch feine Waagen zu finden; in einem flachen Gefäße verloren 380 Gran Wasser in 6 Stunden 10 Gran, bei einer Temperatur der Luft von $14,3^{\circ}$ R., in 1 Stunde verlor also das Wasser durch die Ausdünstung 1,66 Gran. Ich lies darauf bei derselben Temperatur und auf derselben Stelle auf eine gleiche Quantität Wasser 2 Stunden lang Elektrizität übergehen, und nun verlor es in dieser Zeit 5 Gran, also in 1 Stunde 2,5 Gran Wasser. Sch.

aber die Hauptsache sey, hiervon überzeugten mich sogleich folgende Versuche:

Ich füllte 2 gleiche Gefäße, jedes mit 4 Loth reinem *Quecksilber*, und setzte correspondirende Thermometer in dessen Mitte; das Quecksilber war bis auf 32° R. erwärmt; die Temperatur der umgebenden Luft betrug $13,7^{\circ}$ R. Das eine Gefäß wurde wie zuvor elektrisirt, das andere nicht.

Zeit vom Anfang der Ver- suchs an	Temperatur des Quecksilbers		Differenz der Tempe- ratur
	des elek- trischen	des un- elektr.	
Min.	32°	32	0
1	28,5	29,4	0,9
2	26,2	28,0	1,8
3	24,0	26,4	2,4
4	22,3	25,1	2,7
5	21,1	24,1	3,0
6	20,0	23,1	3,1
7	19,0	22,2	3,2
8	17,5	21,0	3,5
9	17,0	20,5	3,5
10	16,5	20,0	3,5
11	16,1	19,5	3,4
12	15,7	19,0	3,3
13	15,4	18,6	3,2
14	15,3	18,1	2,8
15	15,1	17,7	2,6

Nach 15 Minuten wurden die Differenzen zwischen dem elektrisirten und nicht elektrisirten Quecksilb. immer geringer; und nach $\frac{1}{2}$ Stunde standen beide auf $13,2^{\circ}$, welche Temperatur übrigens das Elektrisirte weit früher erreicht hatte; die Temperatur des umgebenden Mediums war $13,7^{\circ}$ R.

Erwärmtes *Oehl* zeigte beim Elektrisiren ebenfalls ein früheres Erkalten, ob es sich gleich unter die Temperatur des umgebenden Mediums nicht erniedrigte.

Um mich zu überzeugen, daß in diesen beiden Fällen nicht etwa die in höherer Temperatur vermehrte Ausdünstung mit im Spiel sey, füllte ich sogleich dieselben Gefäße mit feiner *Eisenfeile*, die vorher gehörig durchglüht war, so daß sie gewiß

keine Feuchtigkeit enthielt; erwärmte beide bis 60° R. und ließ sie nun langsam erkalten. Als beide die Temperatur von 35° R. erreicht hatten, fing ich das eine zu elektrifiziren an, und beobachtete nun folgendes:

Zeit vom Anfang des Ver- suchs an	Temperatur der Eisenfeile		Differenz der Tempe- ratur
	der elek- trischen	der un- elektr.	
0	35	35	0
1	32,8	33,1	0,3
2	30,2	31,2	1,0
4	27,1	28,3	1,2
6	24,7	26,4	1,7
8	22,1	24,2	2,1
10	21,0	23,0	2,0
12	19,8	21,8	2,0
14	18,9	20,9	2,0
16	18,0	20,0	2,0
17	17,7	19,5	1,8
18	17,5	19,1	1,6
30	14,0	14,0	0

Temper. der Luft = 14° R.

Nach 8 Minuten erreichte also die Differenz der Temper. ihr Maximum, und sie wurde dann immer geringer; die elektrische Eisenfeile erkaltete zuerst; ein Sinken unter die Temperatur des umgebenden Medium's zeigte sich hier nie.

Um diese Versuche so einfach als möglich anzustellen, ließ ich die Kugeln zweier größern und gleichen *Thermometer* (von 5 par. Linien Durchmesser) mit einer metallenen, die Wärme leitenden Belegung versehen, erwärmte beide im warmen Sande bis auf 45° R., und als sie sich beide wieder bis auf 34° R. erkaltet hatten, fing ich an das eine zu elektrifiziren.

Zeit vom Anfang des Ver- suchs an	Temperatur des		Differenz der Tempe- ratur
	elektri- schen	unelek- trischen	
	34	34	0°
$\frac{1}{2}$	28,9	31,7	2,8
1	24,3	29,2	4,9
$1\frac{1}{2}$	21,0	27,7	6,7
$2\frac{1}{2}$	18,4	24,5	6,1
$3\frac{1}{2}$	16,5	22,2	5,7
4	15,8	21,2	5,4
5	15,4	19,7	4,3
6	14,9	18,6	3,7
7	14,7	17,8	3,1
8	14,5	17,2	2,7
9	14,4	16,5	2,1
10	14,3	16,2	1,9
12	14,2	15,6	1,4
14	14,2	15,2	1,0
17	14,1	14,8	0,7
25	14,1	14,4	0,3
33	14,1	14,1	0

Temper. der Luft = 14°,1

Das elektrisirte Thermometer sank äußerst schnell; schon in $1\frac{1}{2}$ Minute stand es 6,7° Grade tiefer, als das unelektrische, und dieses war das Maximum der Differenz; schon nach 17 Minuten hatte es wieder die Temperatur des umgebenden Mediums von 14°,1 erreicht, unter die es nicht weiter herabsank; das unelektrisirte Thermometer erhielt diese Temperatur erst nach 33 Minuten.

Ich wiederholte diesen Versuch einigemal, und immer zeigte sich die größte Differenz sogleich in den ersten Minuten; sie war in höhern Temperaturen beträchtlicher und zeigte sich noch, doch schwächer, wenn die Thermometerkugel mehrere Zolle von der die Elektricität ausschickenden Spitze entfernt war; eine Entfernung, in der für das Gefühl nicht der geringste elektrische Wind mehr zu bemerken war, obgleich das Elektrometer die übergelende Elektricität noch deutlich anzeigte.

Das Resultat der bisherigen Untersuchungen wäre dieses: „Feste und flüssige Körper erkälten schneller, wenn Elektricität anhaltend auf sie übergeführt wird. Die Temperatur fester erwärmter

Körper sinkt schneller als im unelektrischen Zustand bis auf die des umgebenden Mediums herab; unter die Temperatur dieses Mediums sinken sie nicht. *Quecksilber* und *Oehle*, wahrscheinlich alle Flüssigkeiten, die nur wenig ausdünsten, zeigen dasselbe; sie erkalten elektrisirt schneller, sinken aber nicht unter die Temperatur des umgebenden Medium's. *Wasser* und *Blut*, wahrscheinlich alle leicht ausdünstende Flüssigkeiten, erkalten nicht nur schneller, sondern sinken auch noch bedeutend unter die Temperatur des umgebenden Mediums herab.“

Ich *erkläre* mir diese Erscheinungen folgendermaßen: Bei festen erwärmten Körpern wird die Wärme, welche in dem Körper angehäuft ist (theils in Verbindung mit der Elektricität *), theils indem sie sich der umgebenden Luft mittheilt und diese wahrscheinlich durch den anhaltenden Strom der Elektricität häufiger erneuert wird), schneller in das umgebende Medium übergeführt, und in diesem vertheilt. Im bloßen elektrischen Bad ohne ein anhaltendes Einströmen der Elektricität zeigt sich daher die Erscheinung nicht, oder wenigstens

*) Ich hätte sehr gewünscht diese Versuche unter gleichen Glasglocken im vollkommenen Vacuum anstellen zu können, wobei aber freilich das für Wärme und Elektricität isolirende Glas wohl zu berücksichtigen wäre. Würde sich auch hier das schnellere Erkalten zeigen, so wäre man dann vollkommen berechtigt eine chemische obgleich schwache Verbindung zwischen Elektricität und Wärme anzunehmen.

weitschwächer, vorzüglich bei feuchter Luft und starker Elektricität, wo immer ein Ausströmen der Elektricität statt findet. Bei leicht ausdünstenden Flüssigkeiten, wie Blut und Wasser, kommt hiezu noch, als eine zweite Ursache, vermehrte Ausdünstung und dadurch entstehende Kälte. Die Ausdünstung selbst wird wahrscheinlich durch die Elektricität dadurch vermehrt, daß sie die sich über dem Wasser ansammelnden Dünste schneller in das umgebende Medium zerstreut und wegführt.

Auf diese Wirkungen der Elektricität scheinen sich *mehrere Erscheinungen* zu reduciren, wie z. B. das Gefühl von Kälte, wenn Elektricität auf den thierischen Körper überströmt, die Bildung von Schloßen, die Kälte nach Gewittern, und vielleicht noch viele Erscheinungen in der großen Natur; vorzüglich wenn man bedenkt, in welcher ungeheuern Stärke und wie anhaltend oft die natürliche Elektricität in unserer Atmosphäre vorhanden ist, wobei die Wirkungen, die sich hier nur bei schwacher Maschinen-Elektricität zeigten, sich bis ins Unermeßliche vermehren und auf die verschiedenste Art abändern können.

Die oben erwähnte langsamere Gerinnung des elektrischen Bluts wird sich nun, nachdem diese Sätze vorausgeschickt sind, auf folgende Art erklären lassen. Es ist eine schon längst vorzüglich durch Hewson *) beobachtete Erscheinung, daß die

*) Siehe Hewson, *Experimenta de sanguine* 7, 8, 4, 24, 26, 5. Sch.

Coagulation des Bluts durch die Wärme beschleunigt, durch die Kälte aber verzögert wird. Nothwendig wird also auch hier die durch die Elektricität entstehende Kälte ein langsames Coaguliren des Bluts zur Folge haben müssen; doch könnte vielleicht die Elektricität auf das frische mit Vitalität noch begabte Blut zugleich eine unmittelbare Einwirkung haben.

2. *Einfluss der frei in die atmosphärische Luft ausströmenden Elektricität auf das Blut.*

Eine nicht weniger auffallende Erscheinung als die, von der ich bisher gehandelt habe, zeigte mir frisches Venenblut, wenn ich die Elektricität auf folgende Art auf dasselbe einwirken liess.

Ich nahm, wie im vorigen Versuch, 2 gleiche Gefässe mit frischem Venenblut, und empfindlichen Thermometern darin, setzte das eine unter eine messingne Spitze, 6 Zoll von ihr entfernt, verband diese mit dem grossen Leiter einer Elektrisirmaschine, deren Cylinder 1 Fuss im Durchmesser und $1\frac{1}{2}$ Fuss in der Länge hatte und die bei diesem Versuch 4 Zoll lange Funken gab*), und liess aus ihr anhaltend positive Elektricität auf das Blut ausströmen. Die Temperatur des Zimmers war $+6,3^{\circ}$ R. In den ersten 20 Minuten verhielt es sich in allem, wie in den vorigen Versuchen. Nach 25 Minuten war das nicht elektrische Blut deutlich coagulirt, und hatte

*) In einem zweiten Versuche betrug diese Entfernung 3 Zolle mit demselben Erfolg. Sch.

eine speckige Kruste, wovon sich keine Spur auf dem der Elektrizität ausgesetzten fand, welches noch deutlich den Finger roth färbte, und dessen Temperatur wiederum schneller als im unelektrischen Blut abnahm. Die Erscheinung blieb sich so gleich, nur schien mit Fortsetzung des Versuch's das Blut immer mehr in einen zeretzten Zustand überzugehen. Als nach 2 St. 10 Min. das nicht-elektrische Blut vollkommen coagulirt war, und wasserhelles Serum abgetrennt hatte, wurde zu elektrisiren aufgehört, und die Blutmasse näher untersucht. Die Oberfläche des Bluts hatte eine schwache arteriöse Röthe, wie jedes frische Venenblut, das einige Zeit der freien atmosphärischen Luft ausgesetzt wird, nur daß es auf seiner Oberfläche kein Serum angesammelt hatte; berührte man es mit dem Finger, so blieb an diesem jedesmal ein Blutstropfen hängen, der jedoch kein homogenes Venenblut war, sondern aus dreierlei zu bestehen schien; 1) aus weniger oxydirten hellrothen Blutkügelchen (von der Oberfläche des Bluts) und 2) etwas trübem schwärzlich röthlichem Serum; in welchem 3) schwarze Blutkügelchen theils noch deutlich enthalten, theils schon aufgelöst waren. Die tiefern Schichten des Bluts waren deutlich geronnen. Das Blut wurde nun ruhig in beiden Gefäßen über Nacht stehen gelassen. Den folgenden Tag hatte sich eine *Placenta* gebildet; auf der Oberfläche war zwar kein Serum abgetrennt, hingegen deutlich in der Tiefe; der Blutkuchen war in Verglei-

chung mit dem des nicht elektrisirten Bluts weniger fest coagulirt; die Oberfläche war oxydirt, jedoch mehr breyartig wie eine Gelée. Dieser Versuch wurde zweimal im isolirten und im nicht isolirten Zustande angestellt, und bestätigte sich vollkommen. Im letzten Zustande schien die Zersetzung der Blutmasse stärker zu seyn, als im erstern, wahrscheinlich, weil im nicht isolirten Zustande ein anhaltender Uebergang von Elektricität auf das Blut statt findet, welches im isolirten nicht in dem Grade der Fall ist.

Dieser Versuch wurde nun mit *negativer* Elektricität wiederholt. Die Stärke der Elektricität war ganz dieselbe, wie sich durch das Laden elektrischer Flaschen und Quadrantenelektrometer zeigte; auch gab der erste Leiter eben so starke Funken als beim vorigen Versuche. Die Temperatur der umgebenden Luft und alle übrige Umstände waren ebenfalls dieselben. In den ersten 20 Minuten zeigte sich hier dieselbe Erscheinung wie bei der positiven Elektricität; das unelektrische Blut hatte deutlich zu gerinnen angefangen, das elektrische noch nicht. Nach 25 Minuten fing aber auch das elektrische Blut an zu coaguliren, zwar langsamer als das unelektrische, doch hatte sich ein deutliches Häutchen gebildet; und nach 35 bis 40 Minuten konnte man fast keinen Unterschied zwischen beiden Blutportionen mehr bemerken; selbst das elektrische hatte schon wasserhelles Serum auf seiner Oberfläche abgetrennt. Auch bei diesem Versuche

war das elektrische Blut anhaltend kälter. Nach 2 Stunden wurde der Versuch beendigt. Das Blut war in beiden Gefäßen vollkommen geronnen, und zeigte einen speckigen Blutkuchen und wasserhelles Serum. Beide Gefäße blieben die Nacht über in Ruhe stehn, und beide Blutmengen hatten den folgenden Tag einen für Gefühl und Gesicht ganz gleichen Blutkuchen gebildet. Auch dieser Versuch wurde zweimal wiederholt, und zeigte sich vollkommen bestätigt.

Diese große Verschiedenheit in der Erscheinung bei positiver und negativer Elektricität war mir um so auffallender, da sonst beide Elektricitäten fast bei allen Versuchen an organischen und unorganischen Körpern bei näherer Prüfung ganz ähnliche Resultate geben *), ob sich gleich nach der frühern Franklin'schen Theorie so große Differenzen hätten erwarten lassen. Eine Wasserzersetzung durch Elektricität konnte diese Verschiedenheiten wohl nicht verursachen, da diese immer durch beide Elektricitäten ganz auf dieselbe Weise geschieht, und überdies auf diese Art immer beide Wasserformen zugleich erscheinen. Eine Säurebil-

*) Ob Cuthbertson's erst vor einigen Jahren angestellter Versuch hiervon eine Ausnahme mache, wäre erst noch näher zu untersuchen. Er elektrisirte 2 metallene Kugeln, die eine positiv, die andere negativ; beide Kugeln standen 4 Zoll von einander; in die Mitte zwischen beide Kugeln stellte er ein brennendes Licht; die positiv elektrisirte Kugel blieb anhaltend kalt, während die negativ elektrisirte anfangs warm und zuletzt ganz heiß wurde. S. diese *Annalen* B. 24. S. 113. Sch.

dung durch den vermehrten Absatz von Sauerstoff aus der darüberstehenden Luft wird nur bei sehr starker Elektricität beobachtet, und fand hier ebenfalls nicht Statt, wie folgender Versuch beweist.

Es wurde in jedes von 2 gleichen gläsernen Gefäßen, die jedes 12 Pariser Kubikzoll atmosphärische Luft von 0,21 Sauerstoffgehalt (nach einem genauen Volta'schen Eudiometer) enthielten, bei einer Temperatur von $4^{\circ},3'$ R. gleiche Quantitäten frisches Venenblut gebracht, das darin mit 5 Quadratzoll Oberfläche stand, und beide wurden durch aufgeklebte Glascheiben luftdicht verschlossen. In das eine dieser Gefäße ging von oben her eine metallene Spitze hinein, und durch diese liefs ich 2 Stunden lang anhaltend positive Elektricität einströmen. Die Oberfläche beider Blutmassen war am Ende dieser Zeit deutlich geröthet, und das elektrische Blut zeigte dieselbe Verschiedenheit von dem unelektrischen Blute, wie vorhin. Die Gefäße wurden unter Wasser geöffnet und die Luft sogleich im Volta'schen Eudiometer geprüft; beide Luftmengen enthielten noch 0,21 Sauerstoffgas, wie am Anfang des Versuchs. Die Zeit von zwei Stunden schien zu kurz zu seyn, als dafs die deutlich anfangende Oxydation des Bluts schon eine für das Eudiometer bemerkbare Abnahme in dem Sauerstoffgehalt der Luft bewirkt haben konnte *).

*) Priestley beobachtete die Verminderung der Lebensluft durch die Oxydation des Bluts auf folgende Art. Er brachte Venenblut unter eine Glasglocke mit atmosphäri-

Es bleibt uns nun nichts andres übrig, als anzunehmen, - daß unter den Bestandtheilen der Blutmasse selbst, durch die auf sie übergehende Elektricität, chemische Aenderungen vorgehen müssen *). Und sollte sich aus den bisher angeführten Erscheinungen nicht muthmaßen lassen, daß durch die überströmende positive Elektricität aus den Bestandtheilen des Bluts, unabhängig von der umgebenden Luft, eine widernatürliche Säure gebildet werde, wie dieses schon in der Säftemasse des thierischen Körpers in einzelnen Fällen Statt findet **); - worauf sich vielleicht auch das so leichte Sauerwerden der Milch während Gewitter reduciren ließe. Durch eine solche chemische Aenderung könnten dann auch leicht die Cruor-Kügelchen des Bluts zersetzt und aufgelöst werden.

Um jedoch nicht blos bei Hypothesen stehen zu bleiben, wiederholte ich dieselben Versuche mit einer *Voltaschen Säule*, mittelst der am deutlichsten, unabhängig von der umgebenden Luft, die in

scher Luft, setzte den Versuch 24 Stunden lang fort und wechselte das Venenblut zu mehrern Malen. Sch.

*) Daß die Elektricität auf die chemischen Veränderungen organischer Körper von großem Einfluß sey, dieses erweisen vorzüglich Acharn's Versuche, nach denen die Elektricität die Gährung der Vegetabilien und die Fäulnis animalischer Körper so sehr beschleunigt. Siehe Magazin für das Neueste aus der Physik, von Lichtenberg. Gotha 1785. Bd. 3. S. 30. Sch.

**) Siehe Fourcroy *Système des connoissances chimiques Paris An. IX. Tom. IX. pag. 95.* Sch.

der Blutmasse selbst vorgehenden chemischen Aenderungen beobachtet werden konnten.

Frisches eben aus einer Vene gelassenes Blut wurde in ein flaches Gefäß gebracht; mit der Oberfläche desselben setzte ich die stumpfen Enden zweier Eisendrähte, so daß sie 1 Zoll von einander entfernt blieben, in Berührung, und verband diese Drähte mit den beiden Polen einer zur Seite stehenden galvanischen Säule, die folglich durch das eben coagulirende Blut geschlossen wurde, und durch dieses einen anhaltenden Strom galvanischer Electricität hindurch schickte. Die Säule bestand aus 74 Plattenpaaren Zink und Silber von 13 Pariser Linien Durchmesser; die Temperatur des Zimmers war $11^{\circ},4$ R. Von dem Moment an, wo die Kette geschlossen worden, zeigten sich um den *negativen* Pol Luftbläschen, welche sich immer mehr anhäuften, und alle mit einem scharlachrothen Rande des übrigens dunkeln Venenbluts umgeben waren. Am *positiven* Pol zeigte sich in den ersten Minuten noch nichts, und erst nach einigen Minuten bildete sich um ihn ein deutlicher dunkler Ring, der in kurzem auffallend schwärzer wurde, als das ihn zunächst umgebende Venenblut; von einer Röthe, wie am negativen Pol, zeigte sich keine Spur *). Uebrigens war das Blut noch flüssig und fing erst

*) In einem zweiten mit Platinadrähten angestellten Versuch bildete sich an diesem positiven Pol zugleich Leberluft, es konnte aber wiederum keine arteriöse Farbe des Blute bemerkt werden.

nach 10 bis 12 Minuten an, wie gewöhnlich, deutlich zu coaguliren, nach 30 Minuten hatte sich ein deutlicher Blutkuchen gebildet. Um den negativen Pol häuften sich immer mehr Luftbläschen an, mit einer scharlachrothen Umgebung; der schwarze Kreis am positiven Pol nahm ebenfalls immer an Breite und Farbe zu. Der Blutkuchen adhärirte an den Wänden des Gefäßes, doch nicht an dem positiven Drahte*), den dunkles blutiges Serum zu umgeben schien; an dem negativen Draht verhinderten die ihn umgebenden Luftblasen die Beobachtung. Nach 50 Minuten wurde der Versuch abgebrochen. Der schwarze Kreis am positiven Pol hatte 2, der röthliche am negativen Pol 4 Pariser Linien im Durchmesser. Ich ließ nun das Serum an dem dem positiven Pol entsprechenden Rande des Gefäßes abfließen; es hatte eine dunkle schwärzlich röthliche Farbe, und schien schwarze Blutkügelchen aufgelöst zu enthalten, während sich in einem zur Seite stehenden Gefäß mit demselben Blute wasserhelles Serum abgetrennt hatte. Als darauf der ganze Blutkuchen auf eine Glastafel gebracht wurde, so daß alles Serum abfließen konnte,

*) In einem zweiten Versuche, wo durch ein Versehen die Enden der Drähte zu weit unter die Oberfläche des Bluts hinunterragten, wurde das Blut auf der Oberfläche um den Draht herum bloß schwarz, ohne aufgelöst zu werden. Erst als ich nach Beendigung des Versuchs den Blutkuchen quer durchschnitt, konnte ich den zerfetzten Zustand des Bluts an der Stelle, wo sich der Draht unter der Oberfläche des Bluts geendigt hatte, beobachten. Sch.

zeigte sich um den positiven Pol selbst eine Vertiefung von 2 Linien eingefressen, von dunkelschwarzem Grunde, während an dem negativen Pol nur eine kaum merkliche Vertiefung an der ganzen Stelle, wo vorher die Luftbläschen standen, zu bemerken war. Die Farbe des Bluts hatte sich um den negativen Pol nur unmerklich verändert; erst nach 1½ Stunden, (da sich zufälliger Weise durch ein geöffnetes Fenster die Temperatur des Zimmers um 4° R. erniedrigt hatte,) wurde in wenigen Minuten der den negativen Pol umgebende Kreis hell scharlachroth, während der übrige Blutkuchen sich gleich blieb, und auf seiner übrigen Oberfläche nur schwach durch die anfangende Oxydation geröthet war. Die Vertiefung am positiven Pol war anhaltend dunkelschwarz. Nach 1½ Stunden verlor sich die scharlachrothe Farbe des negativen Pols wieder, und nahm eine dem übrigen Blutkuchen fast gleiche Farbe an.

Es ist merkwürdig, daß diese Erscheinungen durch die galvanische Säule nur bei ganz *frischem* Blute erfolgen; verläumt man diesen ersten Zeitpunkt und läßt das Blut vorher gerinnen, so ist alles anders. Am negativen Pol zeigen sich zwar wieder die Luftbläschen, aber keine Spur von Röthe; das Blut wird hier vielmehr dunkelschwarz, wahrscheinlich durch ein sich hier anammelndes flüchtiges Alkali, vielleicht auch bloß durch den Wasserstoff, der hier anders als bei dem ersten Versuch einwirken könnte; wenigstens färben flüch-

tiges Alkali und Wasserstoffgas jedes Blut schwarz. Am positiven Pol zeigt sich keine eigentliche Zersetzung des Bluts; der Blutkuchen wird nur schwarz, wahrscheinlich durch eine sich hier an sammelnde Säure, indem jedes geronnene Blut auch außer der galvanischen Kette durch Säuren schwarz wird.

Die bei frischem Blute sich zeigenden Erscheinungen scheinen sich mir auf folgende Art zu erklären: An dem positiven Pole fanden Ansammlungen von Sauerstoff und von Säure, und an dem negativen Bildung von Wasserstoffgas und Ansammlung von Alkali Statt. Der Sauerstoff wurde am positiven Pole sogleich von dem Eisen verschluckt *); die Säure konnte die immer Eisen enthaltende Blutkügelchen sehr leicht auflösen und zersetzen, schien jedoch diese Wirkung erst nach einiger Zeit äußern zu können, indem das Serum des Bluts immer freies Mineralalkali enthält, und dieses zuerst gegen den negativen Pol hinübergeführt werden mußte **); erst nach einigen Minuten fing daher die schwarze Farbe am positiven Pol an merklich zu werden.

*) In einem zweiten mit Platinadrähten angestellten Versuch bildete es sich in Luftform; alle übrige Erscheinungen waren dieselben. Sch.

**) Dieses stimmt vollkommen mit Davy's Versuchen überein, nach denen immer am positiven Pol eine Ansammlung aller im galvanischen Strom sich findenden Säuren und ein Zurückstoßen aller Alkalien Statt findet, während sich am negativen Pol alle Alkalien ansammeln und alle Säuren entfernen. Siehe *Gilbert's Annalen* 1808. 28. Bd. S. 28.

Sch.

Die schwarze Farbe selbst und der zeretzte Zustand des Bluts lässt sich durch jede dem Blut in einigem Grad zugeetzte Säure auf gleiche Art darstellen, und das schwärzlich abfließende Serum entspricht ganz dieser Erklärung. Am negativen Pol entwickelte sich Wasserstoffgas, zugleich aber musste dort eine Ansammlung aller im galvanischen Strom befindlichen alkalischen Theile (vorzüglich des im Blute vorhandenen freien Mineralkali) und ein Entziehen und Zurückstoßen alles Sauerstoffs und aller Säuren Statt finden, und daher die scharlachrothe Farbe *) neben den Luftbläschen; denn beide fixe Alkalien färben, in Wasser aufgelöst, jedes Venenblut roth, jedoch so, dass diese rothe Farbe in kurzem sich verliert und ins Bräunliche übergeht. Hieraus scheint sich zu erklären, warum nicht der ganze den negativen Pol umgebende Kreis während des Versuchs scharlachroth wird, sondern nur jedesmal die Peripherie, die sich immer mehr vom Centrum des negativen Pols aus erweitert. Selbst im thierischen Körper scheint die Blutmasse auf ähnliche Art durch chemische Mischungsänderungen polarisch entgegengesetzte Entmischungen zu zeigen; im Winter und bei scorbutischen Krankheiten zeigt oft das Venenblut eine dunkle Schwärze, welche wahrscheinlich den durch abnorme Oxyda-

*) Die Ursache, warum beim schon coagulirten Blute diese rothe Farbe nicht mehr erscheint, liegt wahrscheinlich darin, weil das freie Mineralalkali vorzüglich im Serum des Bluts enthalten ist, dieses aber bei dem coagulirten Blute größtentheils ausgeschieden ist. Sch.

tion sich trennende, auf die Blutmasse einwirkende Sauerstoff veranlaßt, während im Sommer bei Faul-
 fiebern, beim gelben Fieber, Krankheiten, in de-
 nen Wasserstoff vorherrscht, oft selbst das Venen-
 blut eine scharlachrothe Farbe erhält. Eben so zei-
 gen Thiere, welche man einer stärkern Hitze aus-
 setzt, als ihre natürliche ist, ein hellrothes Venen-
 blut, während sie in einer solchen Hitze weniger
 Lebensluft durchs Athmen einziehen.

Vergleicht man diese mit der galvanischen Elek-
 tricität, mit obigen mit der gemeinen Elektricität
 angestellten Versuche, so ergeben sich sogleich ei-
 nige nicht zu verkennende Aehnlichkeiten. Am
 positiven Pol fand bei beiden eine Zersetzung des
 eben gerinnenden Bluts Statt; nicht so am negati-
 ven Pol, obgleich es wahrscheinlich ist, daß auch
 hier zuletzt Zersetzung (vermuthlich auf entgegen-
 gesetzte Art entstehend) eintreten werde. Die nä-
 here Ursache suche ich darin, daß die immer Eisen
 enthaltenden Blutkügelchen zu Säuren eine größere
 Affinität als zu den Alkalien besitzen, und also
 leichter von ihnen zerstört werden, als von den
 Alkalien, die ohnedieß im Blut immer frei vorhan-
 den sind. Sollten diese Versuche nicht darauf hin-
 weisen, daß auch hier bei der gemeinen Elektri-
 cität ein ähnliches Zurückstoßen und Anziehen und
 Bilden von Luftarten, Alkalien und Säuren Statt
 findet, wie bei der galvanischen Elektricität, wie
 das schon längst in andern Fällen durch die Ver-
 suche des Dr. Wollaston und anderer bewährt

worden ist. Es konnte hier gegen die Spitze, welche positive Elektricität ausströmte, eine Tendenz des immer im Blute in einigem Grade vorhandenen Sauerstoffs Statt haben, und durch diesen dem Blut entzogenen Sauerstoff der Mangel an Gerinnbarkeit eintreten, indem Sauerstoff immer die Coagulation befördert. Gegen die Spitze, welche negative Elektricität ausströmte, strebte dagegen Wasserstoff hin, insofern von ihr der Sauerstoff im Blute zurückblieb, und daher möchte das Blut auf der negativen Seite gerinnen. Zugleich konnte, durch die positive Elektricität die Ansammlung einer Säure veranlaßt und dadurch der Cruor aufgelöst werden, während das durch die negative Elektricität sich ansammelnde Alkali auf die (ohne dieß immer freies Mineralalkali enthaltende) Blutmasse diese schädliche Einwirkung nicht hatte. Daß letzteres die Hauptursache sey, wird durch den mehr zeretzten Zustand des Bluts, durch die Galvanischen Versuche, und durch den oben angeführten eudiometrischen Versuch wahrscheinlich, wo keine Verminderung des Sauerstoffgehalts über dem Blute gefunden werden konnte *).

*) [Herr D. Schübler schrieb mir von Stuttgart aus, am 20. Mai 1811, folgendes, welches ich hier als Anmerkung beifüge. G.] Die vorläufige Nachricht vom Herrn Prof. Grindel in Dorpat, daß er durch Galvanismus Blut erzeugt habe, hat mir in Wien Veranlassung gegeben, einige meiner hier beschriebenen Versuche in Gegenwart anderer Chemiker zu wiederholen. Hr. Baron v. Jacquin hatte die Güte, mir zu diesem Zweck eine der stärksten

ZWEITE ABTHEILUNG.

Versuche über den Einfluss der Elektricität auf den Athmungsprocess.

Es ist eine ziemlich gewöhnliche Erscheinung, daß Personen mit etwas empfindlichem Nervensystem bei Annäherung eines Gewitters eine gewisse Bangigkeit und Beengung im Athmen bekommen. Diese Erscheinung scheint anzuzeigen, daß die Elektricität auf irgend eine Art auf den Athmungsprocess einen Einfluss habe, und die während der Respiration vorgehenden chemischen Prozesse vielleicht abändere.

Das einfachste, um hierüber Aufschluss zu erhalten, war also wohl, Thieren elektrische Luft

Y 2

galvanischen Säulen zu verschaffen, nämlich die des Hrn. Apothekers Moser, der Ihnen als Chemiker bekannt ist; sie bestand aus 70 Zink- und Kupferplatten von 14 Quadratzoll Oberfläche. Die Erscheinungen bei frischem Menschenblut waren der Hauptsache nach dieselben, wie ich sie schon früher beschrieben hatte, nur mit dem Unterschiede, daß sich die Farbenveränderungen des Bluts weit schneller, und vom ersten Moment der Einwirkung der Säure anzeigten. Hr. Baron v. Jacquin und Hr. Moser sind ganz mit meiner Erklärungsart übereinstimmend, daß die so auffallend und scheinbar widersprechende Erscheinung der rothen Färbung am negativen Pol durch die sich hier ansammelnde Natron; die Schwärze am positiven Pol dagegen durch die sich dort ansammelnde Säure verursacht werden. Wir haben den Versuch auch mit reinem Natron wiederholt, und er bestätigte ganz die Richtigkeit dieser Erklärung. Von einer eigentlichen Zerstörung des Bluts konnte ich nichts bemerken. Noch muß ich beisetzen, daß die Säule selbst nicht im höchsten Grad ihrer Thätigkeit war.

Schübler.

einathmen zu lassen, und alle auf die Respiration einfließende Umstände genau zu berücksichtigen. Ich nahm zu diesen Versuchen kleine Thiere, die ich unter Glasglocken setzte, unter denen sie am Ende aus Mangel an respirabler Luft starben. Während dessen setzte ich sie auf verschiedene Art dem Einfluß der Elektricität aus, und jedesmahl standen andere, ohne solchen Einfluß, zur Seite. Sobald eines dieser Thiere starb, wurde die in der Glasglocke befindliche Luft sogleich durch ein Volta'sches Eudiometer auf ihren Sauerstoffgehalt geprüft, noch ehe sie durch das der Verwesung zueilende todte Thier verunreinigt werden konnte.

Ich wählte zu diesen Versuchen gewöhnlich *Mäuse*, indem diese keine zu große gläsernen Gefäße erforderten. Nimmt man, im Verhältniß zu dem Thier, zu kleine Gefäße, so stirbt das Thier aus Mangel an Lebensluft zu schnell, als daß sich Unterschiede zwischen den der Elektricität ausgesetzten und ihr nicht ausgesetzten erwarten lassen könnten. Die Gefäße, deren ich mich bediente, enthielten jedesmal 46 Pariser Kubikzoll atmosphärische Luft, und wurden mittelst gläserner Scheiben und Klebwachs luftdicht verschlossen.

Versuch i. Eine, so viel sich bemerken ließ, gesunde Hausmaus, welche 310 Grane wog, wurde bei einer Temperatur von $14,1^{\circ}$ R. unter eines dieser Gefäße gebracht, in das eine metallene Spitze hineinging, welche mit dem großen Leiter einer Elektrisirmaschine in Verbindung stand. Die diese

Maus umgebende verschlossene Luft würde bei diesem ersten Versuche anhaltend durch Drehen der Maschine in dem Zustande *negativer Electricität* erhalten. In den ersten 24 Minuten verhielt sich die Maus ganz ruhig; nach 25' fing sie an sehr unruhig zu werden; die Nase schwoll deutlich auf und wurde blau; nach 31' zeigte sie ein auffallend ängstliches Athemholen; nach 38' wurde es ihr sehr unbehaglich, sie suchte durch die Wände des Glases zu entkommen, kletterte an ihnen in die Höhe, und athmete sehr schnell; nach 1 Stunde 17' fing sie an auffallend hart zu schnaufen; nach 1 St. 23' wurden die Ohren auf der innern Fläche des *meatus auditorius externus* deutlich blaulich; nach 1 St. 37' wurde sie aufs Neue sehr unruhig und suchte zu entkommen, nachdem sie sich fast eine Stunde lang ruhig verhalten hatte; nach 2 St. 45' fing sie zuerst an langsam, aber sehr beengt zu athmen, hatte aber sehr aufgetriebene blauliche Nasenöffnungen, und alle ihre Bewegungen waren sehr langsam und kraftlos. Nach 2 St. 49' fiel sie auf den Rücken, und athmete nur noch selten und langsam, bis endlich nach 2 St. 56' mit einigen langsamen großen Athemzügen das Leben völlig aufhörte. Das Gefäß wurde nun sogleich unter Wasser geöffnet, die Maus herausgenommen (ohne daß atmosphärische Luft eindringen konnte) und secirt, während ich die zurückbleibende Luft sogleich eudiometrisch auf ihren Gehalt an Lebensluft prüfte. Die Brusthöhle der Maus wurde zuerst geöffnet, um die Dauer der

noch fortwährenden Contractionen des Herzens zu beobachten; sie zeigten sich noch 10 Minuten lang, von dem letzten Athemzug an gerechnet; arteriöses Blut konnte weder im Herzen noch in den Blutgefäßen mehr gefunden werden. Uebrigens zeigten die Respirationsorgane nichts widernatürliches. In 100 Theilen der atmosphärischen Luft, womit das Gefäß am Anfang des Versuchs gefüllt war, hatte ich 20,9 Theile Lebensluft gefunden, das Gefäß hatte also $46 \cdot 0,209 = 9,61$ Kubikzoll Lebensluft enthalten. Die nach dem Versuch zurückbleibende Luft enthielt nur 6,35 Th. Lebensluft in 100 Theilen, überhaupt also nur 2,81 Kubikzoll Lebensluft *). Die Temperatur blieb sich während des ganzen Versuchs so ziemlich gleich, zwischen $14,1^{\circ}$ und $14,8^{\circ}$ R.

Eine zweite Maus, 340 Gran wiegend, war während dieses Versuchs unter übrigens ganz gleichen Umständen in atmosphärischer Luft eingesperrt gewesen, die nicht elektrisirt worden war. Diese Maus zeigte nach 30 Minuten die ersten Beengungen im Athemholen, indem sie sich bis dahin ganz ruhig verhalten hatte; nach 55' zeigte sie sehr beengtes hartes Schnaufen; nach 1 St. 13' wurde sie sehr

*) Die Detonation der in das Eudiometer gebrachten Luftarten geschah jedesmal über Wasser, bei nicht geschlossnem Eudiometer, und die eudiometrische Untersuchung selbst wurde bei allen diesen Versuchen ganz auf dieselbe Art angestellt, so daß sie unter sich durchgehends vergleichbar sind. Siehe *Gilbert's Annalen* 1810. Neue Folge 4. Bd. 3. St. S. 452. Sch

n ruhig und suchte durch die Wände des Glases zu entkommen; nach 2 St. 33' wurde sie aufs neue sehr unruhig und bekam aufgetriebene blauliche Nasenöffnungen; nach 2 St. 55' fiel sie zu Boden und athmete nur langsam; in diesem Zustande blieb sie mit geringen Veränderungen über eine Stunde liegen, während sie noch immer in etwas großen Zwischenräumen deutlich Athem holte; endlich, nachdem sie 4 St. 3' unter dem Gefäß zugebracht hatte, starb sie nach einigen sehr beengten Athemzügen. Sie wurde nun unter Wasser aus dem Gefäß herausgenommen und secirt, während die abgeschlossene Luft auf ihren Lebensluftgehalt geprüft wurde. Die Irritabilität des Herzens währte noch 15 Minuten lang fort, arteriöses Blut konnte ebenfalls nicht mehr gefunden werden, weder in dem Herzen, noch in den Blutgefäßen; an den Respi- rationsorganen bemerkte man übrigens nichts be- sonderes. Die zurückbleibende Luft enthielt un- ter 100 Theilen nur noch 2,8 Theile Lebensluft, und das Gefäß enthielt also noch 1,28 Par. Kubik- zoll Lebensluft.

Vergleicht man diesen Erfolg mit dem vorigen, so erhellt sogleich, daß alle Erscheinungen bei den ersten der Elektricität ausgesetzten Maus weit schneller vorübergingen. Die beengte Respiration zeigte sich früher, eben so die Bemühung zu ent- kommen und das Niederfallen; am auffallendsten war die Differenz im letzten Act des Lebens. Die erste Maus lag nur 7 Minuten in *Agone* auf dem

Böden, die letztere über eine Stunde. Die letztere schien noch weit länger fähig zu seyn, geringe Quantitäten Lebensluft aus der schon sehr verunreinigten Luft auszulangen, während erstere schon in wenigen Minuten nach dem Niederfallen zu athmen aufhörte, und in ihr kein arteriöses Blut mehr gefunden werden konnte, obgleich die sie umgebende Luft noch mehr Lebensluft enthielt, als dieses bei der elektrischen Luft nicht ausgesetzten Maus der Fall war. Erstere hatte noch 2,81 Pariser Kubikzoll Lebensluft in ihrem Gefäß, letztere nur noch 1,28 Pariser Kubikzoll. Erstere lebte nur 2 St. 54 Min., letztere 4 St. 3 Min. Alle diese Verschiedenheiten konnten jedoch bloß individuellen Verschiedenheiten dieser zwei Mäuse, ihrem vielleicht verschiedenen Alter und Entwicklung zugeschrieben werden; erst die folgenden Versuche überzeugten mich von der Richtigkeit dieser Einwirkung der Elektrizität.

Versuch 2. Derselbe Versuch wurde nun mit einströmender *positiver Elektrizität* wiederholt. Die Hausmaus wog 360 Grane; die Temperatur war $10,8^{\circ}$ R.; die Menge der atmosphärischen Luft wiederum 46, und ihre Sauerstoffmenge 9,61 Par. Kubikzoll. Schon nach einer Viertelstunde fing die Maus an sehr beengt zu respiriren; nach 25' wurde es ihr sehr unbehaglich, und sie suchte zu entkommen und kletterte in die Höhe; nach 35' schloß sie oft die Augen, schien sehr zu leiden, und suchte manchmal mit Ungestüm zu entkommen; nach 1 St.

10' wurden alle ihre Bewegungen und Bemühungen zu entkommen kraftlos, nur langsam bewegte sie sich noch; nach 1 St. 20' fing der bisher sehr schnelle Athem ebenfalls an langsamer und schwach zu werden; nach 1 St. 55' fiel sie zu Boden und holte nur noch in längern Zwischenräumen langsam Athem, bis sie endlich starb, nachdem sie 2 St. 1' unter dem Gefäß zugebracht hatte. Sie wurde sogleich unter Wasser aus dem Gefäß herausgenommen und geöffnet; die Irritabilität des Herzens dauerte noch 1 St. 24' lang fort; arteriöses Blut fand sich keines mehr; der Lebensluftgehalt der Luft, in welcher die Maus ablebte, betrug in 100 Theilen 6,18 Theile, und das Gefäß selbst enthielt also noch 2,84 Par. Kubikzoll Lebensluft.

Während diesem Versuch wurde wieder eine zweite Maus in einem gleichen Gefäße zur Seite gesetzt, und ohne allen Einfluß der Elektrizität sich selbst überlassen. Sie schien jünger zu seyn als die bisherigen, und wog nur 280 Grane. In $\frac{1}{4}$ Stunde wurde sie sehr unruhig, athmete sehr ängstlich, sprang in die Höhe und suchte zu entkommen; nach 48' fing sie an sehr schnell zu respiriren; erst nach 1 St. fing sie eigentlich beengt und hart zu schnaufen an, bewegte sich aber doch noch schnell und munter; erst nach 1 $\frac{1}{4}$ Stunde fingen ihre Bewegungen an kraftlos und langsamer zu werden; nach 2 $\frac{1}{2}$ St. wurde auch der Athem langsamer, und nach 3 Stunden fiel sie zu Boden. In diesem Zustand blieb sie 1 St. 6' lang in Agone liegen, und athmete lang-

lam hart und beengt in großen Zwischenräumen; endlich hörten alle sichtbare Zeichen des Lebens auf, nachdem sie 4 Stunden 6 Minuten unter dem Gefäß zugebracht hatte. Sie wurde sogleich geöffnet; die Zusammenziehungen des Herzens währten noch sehr stark und anhaltend fort, und hörten erst nach 44 Minuten ganz auf. Die Luft, in der diese Maus ablebte, enthielt in 100 Theilen noch 3,07 Theile Lebensluft, und im ganzen Gefäß waren also noch 1,38 p. Cub. Zoll Lebensluft.

Bei diesem Versuche sind also noch stärkere Differenzen als bei den ersten, mit der negativen Elektricität angestellten, zum Vorschein gekommen. Die in der positiv-elektrischen Luft ablebende Maus lebte nur etwas über 2 Stunden, letztere dagegen 4 Stunden; die Menge der zurückbleibenden Lebensluft war ebenfalls noch etwas größer, als bei dem mit negativer Elektricität angestellten Versuch. Der letzte Act des Lebens währte hier nur 6 Minuten, während er in unelektrischer Luft eine Stunde lang fort dauerte. Die Irritabilität des Herzens dauerte bei der, der Elektricität ausgesetzten Maus hier noch länger fort, doch scheinen individuelle Verschiedenheiten zu sehr auf diese mehr oder weniger lange Dauer der Irritabilität einzufliessen, als daß sich hier constante Verschiedenheiten erwarten lassen konnten.

Versuch 3. Ich änderte nun den Apparat dahin ab, daß das Thier unmittelbar auf einem elektrischen Leiter zu stehen kam, indem ich den Bo-

den der Gläser mit Métall belegte, und anhaltend in dem elektrischen Zustand erhielt; wobei freilich das Ausströmen der Elektrizität in die das Thier umgebende Luft nicht vermieden werden konnte.

Gewicht der Maus 312 Gran; Temperatur 13°, R.; atmosphärische Luft 46 Kub. Zoll mit 21 Theilen Sauerstoffgas in 100 Theilen. Der erste Versuch wurde wiederum mit *negativer Elektrizität* angestellt. Die Maus fing nach $\frac{1}{4}$ St. an sehr unruhig zu werden; nach $\frac{1}{2}$ Stunden athmete sie sehr beengt, wurde aufs neue sehr unruhig, suchte zu entkommen und fing an an der metallenen Belegung zu nagen, welches sie 4 Minuten lang fortsetzte; nach 1 Stunde fingen ihre Bewegungen an zuerst langsam und kraftlos zu werden, sie schloß öfters die Augen, die Nase war blaulich und sehr aufgetrieben; nach 1 St. 14' fing sie auffallend schnell und ängstlich zu athmen an, nach 2 St. 30' athmete sie nur noch sehr beengt, bewegte sich nur langsam, und auch der bisher sehr schnelle Athem fing an langsamer zu werden, während in Zwischenräumen von 2 bis 3 Minuten einzelne starke Athemzüge den ganzen Körper gleichsam convulsivisch in Bewegung setzten; endlich nach 2 St. 52' fiel sie zu Boden, und athmete, so *in Agone* liegend, noch 14 Minuten lang langsam und in großen Zwischenräumen; bis sie endlich starb, nachdem sie 3 St. 6' unter dem Gefäß zugebracht hatte. Die Irritabilität des Herzens währte noch 34' lang, und die Luft, worin die Maus ablebte, enthielt in 100

Theilen noch 5,81 Theile Lebensluft; im ganzen Gefäß waren also noch 2,67 Kubikzoll reine Lebensluft.

Auch während dieses Versuchs wurde wieder eine zweite Maus, ohne allen Einfluß der Elektrizität, zur Seite gesetzt; sie wog 330 Grane, und wurde bei einer Temperatur von $13,3^{\circ}$ R. unter eine ganz gleiche Glasglocke gesetzt. Nach $\frac{1}{2}$ Stunde fing sie an sehr unruhig zu werden, und suchte durch die Wände des Glases zu entkommen; nach 1 St. 4' fing sie an sehr schnell und beengt zu athmen, blieb sich übrigens so ziemlich gleich bis nach 2 St. 10', wo die Athemzüge etwas langsamer und beengter zu werden anfangen; erst nach 3 St. 8' fiel sie eigentlich zu Boden und athmete so noch in *Agone* 52 Minuten langsam und in großen Zwischenräumen, bis sie endlich starb, nachdem sie gerade 4 Stunden unter dem Gefäß zugebracht hatte. Die Irritabilität des Herzens währte noch 13 Minuten lang fort. Die Luft, worin die Maus ablebte, enthielt in 100 Theilen noch 3,21 Theile Lebensluft, und das Gefäß selbst enthielt also noch 1,47 par. Kub. Zoll Lebensluft.

Diese Versuche stimmen mit den vorigen, dem Hauptresultate nach, ganz überein.

Versuch 4. Der letzte Versuch wurde am folgenden Tage mit *positiver Elektrizität* wiederholt. Die Maus wog 301 Grane; Temperatur $13,7^{\circ}$ R., die atmosphärische Luft enthielt in 100 Theilen 20,8 Theile, also überhaupt 9,56 par. Kub. Zolle

Lebensluft. Nach $\frac{1}{2}$ Stunde fing die Maus an etwas
 beengt und schnell Athem zu holen; nach $\frac{1}{2}$ Stunde
 schloß sie öfters die Augen; verhielt sich übrigens
 ruhig; nach 38' fing ihre Nase an blaulich und auf-
 getrieben zu werden; sie athmete schneller und
 beengt und suchte öfters durch die Wände des Gla-
 ses zu entkommen; nach 46' nagte sie einige Minu-
 ten lang an der metallenen Belegung; nach 50 Mi-
 nuten athmete sie auffallend schneller als bisher;
 nach 1 St. 20' athmete sie sehr beengt und machte
 die letzten Versuche zu entkommen; nach 1 St. 31'
 fingen ihre Bewegungen zuerst an etwas kraftlos zu
 werden, der *Meatus auditorius externus* wurde
 in seiner innern Fläche etwas bläulich, der Athem
 wurde etwas langsamer; nach 1 St. 43' wurden die
 einzelnen Athemzüge langsamer, dagegen kamen
 aber in Intervallen von 2 bis 2 $\frac{1}{2}$ Minuten größere starke
 Athemzüge, wobei jedesmal der *Thorax* wie durch
 Convulsionen zusammengezogen wurde; nach 2 St.
 10' kehrten diese immer häufiger wieder, alle ihre
 Bewegungen wurden übrigens langsam und kraftlos;
 nach 2 St. 30' wurden die einzelnen Athemzüge im-
 mer langsamer und jene größeren kehrten fast jede
 Minute wieder; nach 2 St. 47' fiel sie endlich zu Bo-
 den und athmete so noch 12 Minuten lang in *Ago-
 ne* langsam und sehr beengt in großen Intervallen,
 bis sie endlich starb, nachdem sie 2 St. 59' unter
 dem Gefäß zugebracht hatte. Die Contractionen
 des Herzens wahrten noch 12 Minuten lang, und
 die Luft selbst, worin die Maus ablebte, enthielt in

Der Lebensproceß wurde also im Mittel genommen um 1 Stunde 11 Minuten, auf 3 St. 57 Minuten, in der elektrischen Luft verkürzt, und hörte also um $\frac{1}{3}$ der ganzen Zeit früher auf, als in der nicht elektrisirten Luft. Am auffallendsten war die Differenz in Ansehung des letzten Acts des Lebens, wo das Thier auf dem Rücken lag, und nur in langsamen grossen Athemzügen Luft schöpfte; dieser Zustand währte in unelektrischer Luft 5 mal länger als in elektrischer, und erwies bei diesem schon so geschwächten Leben am deutlichsten den nachtheiligen Einfluß der elektrischen Luft auf den Respirationproceß. Die nach dem Tode des Thiers fortdauernde Irritabilität des Herzens scheint zu sehr von individuellen Verschiedenheiten abzuhängen, als daß aus ihr viel gefolgert werden könnte. Daß indess bei der in der kürzesten Zeit ablebenden Maus (welches in *positiv elektrischer Luft* geschah), die Irritabilität des Herzens am längsten und auffallend länger als bei den übrigen, nemlich 1 Stunde 24 Minuten dauerte, schien doch zu erweisen, daß nicht Ueberreizung durch Elektrizität, sondern Abänderung der während der Respiration vorgehenden chemischen Veränderungen, die Ursache des frühern Todes war; obgleich auch hier Alter, Entwicklung und andere individuelle Verschiedenheiten wahrscheinlich vielen Antheil an der Erscheinung hatten.

In *positiv elektrischer Luft* starben bei diesem Versuche die Thiere früher, als in *negativ elektri-*

lcher; einige wiederholte Versuche gaben dasselbe Resultat, und bestätigten die schädlichere Einwirkung der positiven Elektricität.

Der Luftrückstand enthielt auffallend *mehr* Lebensluft in den Gefäßen, welche in dem elektrischen Zustande waren erhalten worden. In der elektrischen Luft hatten indess die Thiere eine weit kürzere Zeit gelebt, und nimmt man hierauf Rücksicht, so findet sich, daß die Thiere verhältnißmäßig in dieser kurzen Zeit in dem elektrischen Zustande noch etwas mehr Lebensluft als in der nicht elektrisirten verzehrten; wahrscheinlich weil sie durch den Reiz der Elektricität etwas schneller athmen. Wenigstens scheint aus diesen Versuchen bestimmt hervorzugehen, daß durch die Elektricität die Art, wie sich die Lebensluft in den Lungen an das Blut absetzt, verändert wird, und daß die durch die Lebensluft im thierischen Körper vorgehenden chemischen Prozesse, in ihren gewöhnlichen Wirkungen durch das Elektrisiren gestört wurden. Sollte hier die im Vorhergehenden durch viele Versuche erwiesene Kälteerzeugende Fähigkeit der Elektricität, nicht auch bei dem Respirationprocess in Betracht kommen, bei dem vorzüglich so viel Wärmebindung und Wärmeentwicklung stattfindet? Wie viel endlich Ueberreizung durch Elektricität zu diesen Erscheinungen beitrage, läßt sich aus diesen Versuchen nicht bestimmt beurtheilen.

Ich habe mehrere der hier erzählten ähnlichen *Versuche mit Vögeln* angestellt, und in der Hauptsache

sache dieselben Resultate erhalten. Sie hier einzeln zu erzählen verliert der Raum dieser Blätter nicht; ich setze daher nur die Resultate derer hier, welche ganz auf dieselbe Art und in denselben Gefäßen, wie mit den Mäusen angestellt wurden, da diese sich am leichtesten vergleichen lassen. Ich wählte zu diesen Versuchen eine der kleinern Arten von Meisen (*Parus ater*), welche ungefähr dasselbe Volumen, wie die Mäuse hatten, doch um die Hälfte leichter wogen. Folgende Tabelle enthält die Resultate mit der vorigen verglichen:

Dauer des Lebens in 46 Kub. Z. eingeschlossener atm. Luft.				Menge der nach dem Tode noch übrigen Lebensluft.			
in gewöhnlicher		in elektrischer		in gewöhnl. L.		in elektrif. L.	
Mäuse	Vögel	Mäuse	Vögel	Mäuse	Vögel	Mäuse	Vögel
4 St. 3'	2 St. 3'	2 St. 56'	1 St. 46'	C. Z.			
4 St. 6'	2 St. 8'	2 St. 1'		1,28	2,30	2,81	2,81
4 St. 6'	2 St. 8'	2 St. 1'		1,38	2,25	2,84	
4 St. 6'	1 St. 58'	3 St. 6'	1 St. 49'	1,47	2,24	2,67	2,75
3 St. 40'	2 St. 4'	2 St. 59'		1,70	2,31	2,76	
3 St. 57'	2 St. 3'	2 St. 46'	1 St. 47'	1,45	2,27	2,77	2,78

Das Leben der Mäuse wurde also im Mittel genommen durch die elektrische Luft um 1 St. 11 Min. abgekürzt, das der Vögel aber nur um 16 Minuten.

Aus diesen vergleichenden Versuchen gehen folgende Sätze hervor, wenn man anders die Species, mit welchen sie angestellt wurden, als die Repräsentanten beider Thierclassen annehmen will:

1) In gleicher Menge reiner atmosphärischer Luft sterben die Vögel weit früher als die Säugethiere. Da sie nur halb so schwer waren als diese, hätte man gerade das Gegentheil erwarten sollen, wären beide in Ansehung des Respirations - Processes

auf gleiche Art organisirt. Denn kleinere Individuen derselben Species pflegen in derselben Menge atmosphärischen Luft länger zu leben als grössere, wovon mich mehrere Versuche überzeugt haben.

2) Die Vögel verzehren in derselben Zeit eine weit grössere Menge Lebensluft, als die Säugethiere. Denn von 9,61 Kub. Zoll Lebensluft verzehrte eine Maus im Mittel in 3 Stunden 57 Minuten 8,16 Kub. Zoll. Wenn die Vögel in derselben Zeit dieselbe Menge Lebensluft verzehrten, so würden sie in 2 St. 3' nur 4,22 Kub. Zoll gebraucht haben, sie verzehrten aber wirklich 7,13 Kub. Zoll.

3) Die Vögel haben zur Fortsetzung ihres Lebensprocesses eine weit reinere Luft nöthig als die Säugethiere; sie starben schon als das sie einschliessende Gefäss noch 2,27 Kub. Zoll Lebensluft enthielt, während bei den Säugethieren nur noch 1,45 Kub. Zolle zurückblieben.

4) Die elektrische Luft ist dem Respirationsprocess der Vögel weit weniger nachtheilig als dem der Säugethiere. Die Dauer des Lebens wurde in der elektrischen Luft in Vergleichung mit der unelektrischen nur um 16 Minuten bei den Vögeln, dagegen um 1 St. 11 Min. bei den Mäusen verkürzt, unter übrigens ganz gleichen Umständen. Diese Organisation des Respirationsprocesses der Vögel scheint ihrer Lebensart sehr angemessen zu seyn, indem sie nicht selten in den höhern Gegenden der Atmosphäre verweilen, wo die Luft oft so stark elektrisch ist.

3. R E S U L T A T E.

Ich enthalte mich aller weitem Hypothesen und Erklärungen über den frühern Tod dieser Thiere in elektrischer Luft, und stelle lieber alle von mir beobachtete Erscheinungen hier noch einmal kurz zusammen; jeder wird sich daraus selbst nach Gefallen eine Erklärung bilden können.

Das Blut coagulirt in dem *elektrischen* Zustande langsamer, aber doch zuletzt vollkommen. *Positive Elektricität*, wenn sie durch das Medium der Luft auf das Blut übergeht, zersetzt dieses, es coagulirt nicht mehr gehörig; die Oberfläche wird wie aufgelöst, die tiefern Schichten aber gerinnen. Die *negative Elektricität*, ganz auf dieselbe Art und in derselben Stärke angewandt, bringt diese Erscheinung *nicht* hervor; das Blut coagulirt zwar langsamer, als im unelektrischen Zustande, jedoch zuletzt vollkommen. Mit diesen Erscheinungen ist sowohl bei der positiven als bei der negativen Elektricität eine sehr schnelle *Wärmeabnahme* verbunden; das elektrische Blut erkaltet weit schneller, als im unelektrischen Zustande, und zuletzt entsteht eigentliche Kälte; das elektrische Blut wird gegen 2 Grade kälter als das umgebende Medium. Auch erwärmtes Wasser zeigt dieses schnelle Erkalten; eben so zeigte es Oehl, Quecksilber und feste Körper, nur mit dem Unterschiede, daß letztere nicht unter die Temperatur des umgebenden Mediums erkalten.

Die *galvanische* Elektricität zeigt ähnliche Einwirkungen auf die Blutmasse. Frisches Blut wird,

durch den positiven Pol schwarz, zersetzt und aufgelöst. Am negativen Pol entsteht ein scharlachrother Ring, der sich immer mehr erweitert, ohne merkliche Zersetzung der Blutmasse (bei schwachen galvanischen Batterien). Bei schon coagulirtem Blut zeigen sich etwas abgeänderte Erscheinungen; das Blut wird an beiden Polen schwarz, und von einer Röthe am negativen Pol zeigt sich nichts mehr. — Thiere, welche sich in völlig verschlossenen Glasglocken in atmosphärischer anhaltend elektrischer Luft befinden, sterben jedesmal früher, als andere unter denselben Glasglocken in unelektrischer Luft. Erstere lassen bei ihrem Tod in der sie umgebenden Luft mehr Lebensluft als letztere zurück. Vögeln ist die elektrische Luft lange nicht so nachtheilig, als Säugethieren,

Einige Bemerkungen,

1) Ich hätte sehr gewünscht, die Versuche über das Blut nicht nur mit Venenblut, sondern auch mit Arterienblut, mit gewöhnlicher und galvanischer Elektricität anstellen zu können. Eben so wäre es interessant, das frische Blut bei verschiedenen Krankheiten auf diese Art zu untersuchen; Elektricität könnte so vielleicht ein neues Mittel werden, die bei Krankheiten oft so sehr verschiedene Blutmischung einer nähern Untersuchung zu unterwerfen, auf ähnliche Art, wie dieses bei Mineralien und Vegetabilien zum Theil schon versucht worden ist. Eben so hätte ich die Versuche gern

mit Thieren aus den verschiedenen Thierclassen wiederholt.

2) Gegen die Versuche über den Respirationprocess wird man immer einwenden können, daß bloße Ueberreizung durch Elektricität die Ursache des frühern Todes sey. Ich fühlte selbst nur zu sehr diesen Einwurf; und bemühte mich, die Versuche auf die verschiedenste Art abzuändern; konnte jedoch weder für das eine noch für das andere vollkommen überzeugende Resultate erhalten. Immer sind beide Einwirkungen der Elektricität auf das Innigste mit einander verbunden.

VI.

*Auszug aus einem Briefe des Herrn Prof.
Wrede in Königsberg.*

— — Erlauben Sie mir eine kleine Bemerkung über das *Gebläse*, welches Hr. Prof. Lüdicke in diesen *Annalen* J. 1811. St. 7. beschrieben hat. Aus seiner Angabe wird es wohl nicht allen Lesern der *Annalen* begreiflich gewesen seyn, daß es eine gute Wirkung hervorbringen könne; denn es fehlen dort die hydro- und aëro-dynamischen Gründe. Giebt man diesem Instrumente die innere Einrichtung, welche ich in der beigefügten flüchtigen Zeichnung Fig. 2. Taf. IV. entworfen habe, so muß der gewisse Erfolg jedem Sachverständigen einleuchten.

Es ist AB die hohle, jedoch rechts von a oder links von c, durch eine luftdichte Scheidewand, in zwei Hälften getheilte Axe, an welche die beiden Gefäße (Hohlkugeln) K und k luftdicht geküttet sind. Aus der Hälfte Aa geht in jedes Gefäß die Röhre ab; dagegen öffnet sich jede krummgebogene heberförmige Röhre cde, bei c, in der andern Abtheilung der hohlen Axe AB, und eine dritte ganz kurze Röhre ii dient zur Communication des obern Gefäßes K mit dem untern k. Die Wirkung ist nun folgende. Indem K sich oben befindet, und zur Hälfte bis CD mit Wasser angefüllt ist, fließt dieses durch den kleinen Kanal ii ungehindert, in das Gefäß k; denn der nöthige Zutritt der Luft, durch den allein der Ausfluß des Wassers in das untere Gefäß möglich wird, ist durch die offene gerade Röhre ab *von-aussen her* verstattet. Die heberförmige Röhre cde hindert das Wasser, aus dem

Gefäße K in die Abtheilung c B zu laufen. Gehen die Röhren a b tief, bis an die Wand der Gefäße K und k hinab, so wird die geringste Menge Wassers EF der in dem jedesmaligen untern Gefäße enthaltenen Luft den Ausgang auf dem Wege b a A verwehren, und das zuströmende Wasser sie nöthigen, durch die heberförmige Röhre e d c ihren Ausweg zu suchen, der nun durch kein Wasser versperrt werden kann, weil die Einmündung e zu hoch über der Wasserfläche im untern Gefäße liegt. Durch Umwendung der Gefäße, bevor alles Wasser aus dem jedesmaligen obern ganz ausgeflossen ist, dauert dies Spiel ununterbrochen fort. Es ist leicht einzusehen, daß bey A eine Blase mit Sauerstoffgas angeschraubt, und dieses Gebläse zu allerley artigen Versuchen benutzt werden kann.

— — Ich habe im vorigen Jahr eine Reihe nicht uninteressanter Versuche über Diffraction des Lichts, die ich schon in Berlin angefangen hatte, wiederholt, und möchte gern eine Torricellische Leere von etwas bedeutenderer GröÙe haben. Es kömmt bei ihr auf zwei hinlänglich durchsichtige, völlig parallele Glasplatten an, die im Stande sind, den Druck der Atmosphäre vollkommen auszuhalten, und eine gleichförmige Dichtigkeit und den genauesten Parallelismus ihrer entgegengesetzten Oberflächen besitzen. Ich zweifle, daß ein Künstler diesen unerlässlichen Anforderungen wird genügen können; und ist das der Fall, so werden meine Versuche nicht ganz so durchgeführt werden können, wie ich es wünschte.

Ich freue mich immer, so oft ich Ihre Annalen ansehe, über den Schatz von Erfahrungen und Untersuchungen, der darin aufbewahrt wird. Möge der Genius einer gesunden Naturphilosophie, welche überall in ihnen herrscht, ihre fernere Fortdauer auf alle Weise begünstigen!

VII.

PROGRAMM

der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Harlem auf das Jahr 1811.

Die königl. Gesellsch. der Wissensch. hielt zum 58sten Male ihre Jahres-Sitzung am 25. Mai. Der präsidirende Director, Herr D. J. Canter Camerling, eröffnete die Sitzung damit, daß er den Secretair der Gesellschaft einlud, Bericht über das abzustatten, was bei der Gesellschaft seit der vorigen Jahres-Sitzung, am 19. Mai 1810 eingegangen war. Aus diesem Bericht erhellt Folgendes:

PHYSIKALISCHE WISSENSCHAFTEN.

1. Es war eine französisch geschriebene Abhandlung mit dem Motto: *Nihil majus quam populi saluti — — curare*, auf die Preisfrage *) eingegangen: *Was hat die Erfahrung hinlänglich bewährt, in Hinsicht der Reinigung verdorbenen Gewässers und anderer unreiner Substanzen durch Holzkohlen? in wie weit läßt sich nach chemischen Grundsätzen die Art erklären, wie hierbei die Holzkohle wirkt? und welcher weitere Nutzen läßt sich daraus ziehen?* (Prog. 1810. III. 3.). Das Urtheil der Gesellschaft ging dahin, daß zwar diese Abhandlung dem Wissen und den Talenten des Verfassers zur Ehre gereiche, daß aber die Beantwortung des ersten Theils der Frage keine genaue Bestimmung dessen, was wir mit Gewißheit über diesen Gegenstand wissen, enthält,

*) S. das Programm der Ges. auf das J. 1810, (diese *Annalen* N. F. B. 5. S. 488.) III. 3. Gilbert.

d. h. welche Bestandtheile des unreinen Wassers oder andrer unreiner Körper die Holzkohle abscheidet, und unter welchen Umständen dies geschieht; und daß sich in der Beantwortung des zweiten Theils der Frage eine bekannte Theorie findet, die nicht durch neue Versuche bestätigt ist. Man beschloß aus diesen Gründen den Concurrenz-Termin für diese Frage bis zum 1. Januar 1813 zu verlängern, damit der Verfasser, der sich beklagt, seine Abhandlung in der Eile geschrieben zu haben, Zeit habe sie zu vollenden, und zu dem Ende die Versuche, die gewünscht werden, anzustellen.

2. Eine holländisch geschriebene Antwort mit dem Motto: *Corporis in brutis etc.*, ist auf die Frage (Pr. 1810. III. 7.) eingegangen: „*Läßt sich aus dem, was wir von den Bestandtheilen der Nahrungsmittel der Thiere wissen, der Ursprung der entfernten Bestandtheile des menschlichen Körpers, besonders der Kalkerde, des Natrons, des Phosphors, des Eisens u. a. genügend erklären? — Wenn dieses nicht der Fall ist, kommen sie auf einem andern Wege in den thierischen Körper, oder giebt es Erfahrungen und Beobachtungen, denen zu Folge man annehmen darf, daß wenigstens einige dieser Bestandtheile, ob sie sich gleich durch Mittel der Chemie weder zusammensetzen noch zerlegen lassen, doch durch eine eigenthümliche Wirksamkeit der lebenden Organe erzeugt werden?*“ Im Fall man sich in der Beantwortung für diese letzte Meinung erklären sollte, so wird es hinreichen, wenn man die Erzeugung auch nur eines einzigen dieser Grundstoffe evident darthut.“ — Man erkennt das Verdienst der Abhandlung nicht, findet es indess nicht hinlänglich, um sie zu krönen. Der Concurrenz-Termin wird daher bis zum 1. Jan. 1813 hinausgerückt, und man erbiethet sich, dem Verfasser einige Bemerkungen über seine Abhandlung zuzuschicken, die ihm dienen können, sie zu verbessern, wenn er dem Secretair eine Adresse anzeigt, unter der dieses geschehen kann.

3. Eine deutsche Beantwortung mit der Devise: *valet quantum possit*, ist auf die folgende Preisfrage

(Pr. 1810. III. 10.) eingegangen: „Die Windmühlen sind eine der nützlichsten, ja der unentbehrlichsten Maschinen für den vorzüglichsten Theil dieses Königreichs, und auf die Vollkommenheit derselben beruht zum Theil die der holländischen Technologie. Dieses veranlaßt die Gesellschaft zu fragen: *Welche Lage muß das Segeltuch auf den Latten der Flügel, in verschiedner Entfernung von der Axe, gegen die Ebene haben, in der die Flügel sich bewegen, damit der Effect der Mühle der grösste sey?* Die Gesellschaft wünscht 1) eine Skizze der vorzüglichsten bei den Mühlenbauern gebräuchlichen Arten, die Latten an den Flügeln zu stellen; 2) eine Vergleichung dieser Stellungen unter einander und besonders mit den Flügeln van Dijl's, die seit einigen Jahren octroyirt sind; 3) einen auf eine genaue Theorie gegründeten, und durch Versuche bewährten Beweis, welche Stellung von allen die beste ist.“ — Diese Abhandlung ist zu unvollkommen, um gekrönt zu werden, und die Gesellschaft. erneuert auch diese Preisfrage, damit man sie vor dem 1. Jan. 1813 beantworte.

4. Ein Aufsatz sollte die Preisfrage (Pr. 1810. III. 12.) beantworten; „*Aus welchem Grunde wird der Wachsthum der Pflanzen durch den Regen weit mehr befördert, als durch das Begießen mit Regenwasser, mit Fluß- Quell- oder Teich-Wasser? Läßt sich nicht durch irgend ein Mittel diesen Wässern die Eigenschaft des Regenwassers, die Vegetation zu beschleunigen, mittheilen, und welches sind diese Mittel?*“ Man urtheilte, dieser Aufsatz sey ohne Interesse, und wiederholte die Frage bis zum 1ten Januar 1813.

5. Auf die folgende Preisfrage (Pr. 1810. III. 15.): „*Was ist von der sogenannten Brodt-Gährung zu halten? Ist sie eine eigne Art von Gährung? Welche Materien sind deren empfänglich? unter welchen Umständen findet sie Statt? welche Erscheinungen begleiten sie von Anfang bis zum Ende? wie verändert sie die nächsten Bestandtheile jener Materien; und was läßt sich aus dem allen zur*

Vervollkommnung der Kunst des Brodtbackens folgen?“ sind drei Beantwortungen, in holländischer Sprache, eingelaufen. Die Gesellschaft erkannte die goldne Medaille und einen Preis von 30 Ducaten der einen dieser Abhandlungen zu; ihr Verfasser ist L. A. van Meerten, Secretair der vormaligen Medicinal-Administration der Armee, im Haag. Diese Frage war im J. 1809 von dem Prof. Brugmans in Leiden vorgeschlagen worden, zufolge eines von der Direction im J. 1808 gefaßten und in dem Programm dieses Jahrs bekannt gemachten Beschlusses, und die Gesellschaft bietet ihm, in Gemäßheit dieses Beschlusses, die silberne Medaille an.

I. Die Gesellschaft *wiederholt*, außer den schon erwähnten 4, noch die folgenden 7 Fragen, deren Beantwortungs-Zeit abgelaufen ist, damit auf sie geantwortet werde

vor dem 1ten Januar 1813.

1. Ungeachtet der Fortschritte, welche man in den letzten Jahren in der chemischen Zerlegung der Pflanzen gemacht hat, kann man sich auf die Resultate derselben nicht ganz verlassen, denn nicht selten weichen diese bei Analysen, die auf gleiche Art und mit Sorgfalt gemacht sind, bedeutend von einander ab. Da indess unsere Kenntniß von der Natur der Pflanzen, ihrem größern oder geringern Nutzen als Nahrungsmittel, und ihrer medicinischen Kräfte größtentheils auf sie beruht, so verspricht die Gesellschaft ihre gewöhnliche goldne Medaille *demjenigen, der durch ältere oder neue Versuche, (die sich beim Wiederholen als genau bewähren,) der chemischen Analyse der Pflanzen den höchsten Grad der Vollkommenheit giebt, und die beste Anleitung zur chemischen Analyse der vegetabilischen Materien einreicht, welche für jeden Fall den leichtesten Weg zeigt und die mehrste Sicherheit giebt, so daß die Prozesse bei gleicher Sorgfalt immer gleiche Resultate geben.*

2. Um die Ungewißheit zu vermeiden, welche in der Wahl gewisser Arten von Weinellig zu verschied-

nem Gebrauche herrscht, z. B. zu den Speisen, als antiseptisches Mittel, zu verschiednem Fabrikgebrauch u. f. w., und um nach festen Grundsätzen den Handel mit Weinessig verbessern zu können, wird verlangt zu wissen: A) *welches sind die Eigenschaften und Bestandtheile der verschiedenen bei uns gebräuchlichen einheimischen und ausländischen Arten von Weinessig, und wie läßt sich die verhältnismässige Stärke derselben auf eine leichte Art bestimmen, ohne dazu bedeutender chemischer Vorrichtungen zu bedürfen?* B) *welche Arten von Weinessig sind, chemischen Versuchen zu Folge, für die schicklichsten zu dem verschiednen Gebrauch zu halten, den man vom Weinessig macht? und was folgt daraus für die Vervollkommnung des Handels mit Weinessig?*

3. *Welches ist der wahrscheinliche Ursprung des sogenannten Sperma ceti? Läßt sich diese Substanz vom Wallfischöle trennen, oder läßt sie sich darin erzeugen, und würde diese Erzeugung vortheilhaft seyn?*

4. *Welche Arten von Gräsern geben auf sandigen, lehmigen und sumpfigen Wiesen das nahrhafteste Futter für Rindvieh und Pferde; und wie lassen sie sich am besten auf diesen Wiesen statt der minder nützlichen Pflanzen anbauen und vermehren?*

5. *In wie weit läßt sich über die Fruchtbarkeit des Bodens, er sey bebaut oder liege wüßt, aus den von Natur auf ihm wachsenden Pflanzen urtheilen; und wie weit können diese als Kennzeichen von dem dienen, was man zur Verbesserung des Bodens zu thun hat?*

6. *Was weiß man von der Erzeugung und der Lebensweise der Fische in Flüssen und in stehenden Gewässern, besonders der Fische, die uns als Nahrungsmittel dienen? und was hat man dem zu Folge zu thun und was zu vermeiden, um die Vermehrung der Fische zu begünstigen?*

7. *Was ist Wahres an allen den Anzeigen der bevorstehenden Witterung oder der Witterungsveränderungen, welche man aus dem Flug der Vögel, aus dem Schreien der Vögel oder andrer Thiere, und was man sonst an verschiedenen Thieren in dieser Hinsicht bemerkt hat, hernehmen will? Hat die Erfahrung in diesem Lande irgend eins derselben oft genug bestätigt, dass man sich darauf verlassen kann? Was ist im Gegentheil darin zweifelhaft oder durch die Erfahrung widerlegt? und in wie weit lässt sich das, was man beobachtet hat, aus dem erklären, was man von der Natur der Thiere weiß?* Die Gesellschaft wünscht blos, alles, was die Erfahrung in dieser Hinsicht über Thiere, die in diesem Lande einheimisch sind, oder die man manchmal bei uns sieht, gelehrt hat, zusammengestellt zu sehn, damit die Antwort für die Einwohner dieses Landes vorzüglich von Nutzen sey.

Noch läuft für folgende Frage der Bewerbungs-Termin ab mit dem 1ten Januar 1813.

Ein genauer Catalog aller wirklich einheimischen, und nicht blos hierher versetzten, Säugethiere, Vögel und Amphibien dieses Landes, mit ihren verschiednen Namen in den verschiednen Theilen der Republik, ihre generischen und specifischen Charaktere nach Linne', und eine Hinweisung auf die beste bekannte Abbildung eines jeden. Die Gesellschaft verspricht denen, die bis dahin wenig bekannte und interessante Beobachtungen über diesen Gegenstand bekannt machen werden, Ehrenpreise, die dem Interesse ihrer Beiträge angemessen seyn sollen.

II. Für gegenwärtiges Jahr giebt die Gesellschaft *sechs neue physikalische Preisfragen* auf, für welche ebenfalls zu Ende geht der

Concurrenz-Termin am 1ten Januar 1813.

1. *Welches sind die Bestandtheile des Safts derjenigen Runkelrüben, die man für die besten zur Syrup- und zur Zucker-Bereitung hält; ist ihr zuckrig-schleimiger Bestandtheil ein Princip, eigner Art, oder wahrer Zucker an irgend eine andre*

Materie gebunden? Giebt es, im ersten Fall, chemische Mittel, einen Theil des zuckrigen Schleims in wahren Zucker zu verwandeln? Und welche Eigenschaften hat, im zweiten Fall, die mit dem Zucker verbundene Materie, und wie lässt sie sich von dem Zucker so scheiden, dass der zurückbleibende Syrup zum häuslichen Gebrauche tauglich bleibe?

2. *Besteht das farbige Satzmehl, welches man Indigo nennt, stets aus denselben Bestandtheilen, so dass die Farben-Verschiedenheit der verschiedenen im Handel vorkommenden Arten allein von fremdartigen Beimischungen herrührt? Wenn dieses nicht der Fall ist, worin unterscheidet sich die Zusammensetzung dieser verschiedenen Arten? Oder ist es der Fall, welches sind jene fremdartigen Theile, und wie lassen sie sich von dem färbenden Theile trennen? Ist endlich das farbige Satzmehl aus der Indigopflanze von derselben Natur, als das im Waid vorhandene?*

3. Da die gewöhnliche Tinte nach einiger Zeit blaß wird, und sich durch Säuren auslöschten lässt, so fragt man: *Wie lässt sich Tinte machen, die der Einwirkung der Luft und der Säuren, (besonders der verdünnten Salpetersäure, der oxygenirten Salzsäure, dem Sauerkeesalz u. d. m.) widersteht und nicht schwächer von Farbe wird?* Die Gesellschaft wünscht, dass man nicht bloß die Zusammensetzung unauslöschlicher Tinte beschreibe, sondern zugleich ihre Eigenschaften nach chemischen Grundsätzen erkläre.

4. Obschon das Begraben von Todten in Kirchen und neben bewohnten Oertern dadurch von sehr schädlichen Folgen seyn kann, dass sich Gasarten, welche durch die Fäulnis hervorgebracht werden, in der Atmosphäre umher verbreiten, so ist nichts desto weniger gewiss, dass die Gefahr durch die Zersetzung, welche ein großer Theil dieser luftförmigen Ausflüsse gleich nach ihrer Erzeugung leidet, gar sehr vermindert wird. Es wird daher gefragt: *durch welche Mittel es sich möge bewirken lassen, dass alle diese entstehenden Gasarten in der Erde zersetzt werden, ohne in die*

Luft aufzusteigen, um auf diese Art für die Lebenden alle Gefahr abzuwenden, welche aus dem Begraben neben bewohnten Oertern entstehen kann?

5. *Was weiß man von dem Auslaufen des Saftes einiger Bäume und Sträucher im Frühjahr, wie z. B. der Weinrebe, der Pappel, der Esche, des Ahorns und anderer; was läßt sich darüber durch ferneres Beobachten lernen; welche Folgerungen kann man daraus über die Ursache des Aufsteigens des Saftes in den Bäumen und Pflanzen ziehen, — und welche für die Baumzucht nützliche Belehrungen lassen sich aus den Fortschritten der Wissenschaft in Hinsicht dieses Gegenstands ziehen?*

6. *Welche Vortheile bringen in diesem Lande Frost und Schnee dem Anbau nützlicher Pflanzen? Was läßt sich thun, um ihren wohlthätigen Einfluß zu vermehren; und welche Vorsichtsmaßregeln hat man aus Erfahrung als die besten kennen gelernt, um der Gefahr vorzubeugen, welche starker Frost Bäumen und Pflanzen droht?*

III. In den vorhergehenden Jahren hat die Gesellschaft noch 19 andere Preisfragen aus der Physik aufgegeben, um die der Bewerbungs-Termin mit dem 1. Januar 1812 zu Ende gegangen ist*).

IV. Preisfragen aus der Philosophie.

1) Auf die Preisfrage: „*Haben die Pflichten der Moral, welche für einzelne gelten; auch für Gesellschaften gegen einander eine verbindende Kraft? wie läßt sich das beweisen, und auf welche Weise wird die Verpflichtung bei dieser weitem Ausdehnung modificirt?*“ waren sechs Beantwortungen eingegangen mit folgenden Dévisen: A) *In quibus eadem studia etc.*; deutsch; B) *Nihil est etc.*; lateinisch und

*) Man findet sie in dem vorjährigen Programm (diese *Annalen* N. F. B. 5. S. 489. f.); da der Bewerbungs-Termin bereits abgelaufen ist, so wird es mir die Gesellschaft verzeihen, wenn ich sie (und ein paar philosophische und antiquarische Preisfragen, mit denen es dieselbe Bewandniß hat) hier nicht wiederholen.

deutsch; C) *Veritas sermo simplex est*, deutsch; D) *Salus publica* etc., deutsch; E) *La reputation* etc., französisch; F) ohne Devise, deutsch. Keine dieser Abhandlungen wurde des Preises für würdig erkannt.

V. Literarische und antiquarische Preisfragen.

Die folgende Frage, um die der Bewerbungs-Termin mit dem 1. Jan. 1811 zu Ende gegangen, und auf die keine Beantwortung eingekommen ist, wiederholt die Gesellschaft, und läßt den *Concurrenz-Termin bis zum 1. Jan. 1813* offen:

„Es wird verlangt, daß man aus den Schriften der alten Griechen und Römer nachweise, welche Kenntnisse über Gegenstände der *Experimental-Physik* sie gehabt haben, und ob aus ihren Schriften unwiderleglich hervor gehe, daß sie in dem einen oder dem andern Zweige derselben Kenntnisse besessen haben, die jetzt verloren gegangen sind?

Für die folgende Frage geht der Bewerbungs-Termin ebenfalls zu Ende mit dem 1. Januar 1813.

Da es keine raisonnirende, antiquarische Beschreibung der alten Begräbnis-Monumente im Departement der Drenthe und im Herzogthum Bremen, die man *Hunnenbodden* nennt, giebt, so fragt die Gesellschaft: *von welchen Völkern rühren die Hunnenbodden her? zu welcher Zeit läßt sich annehmen, daß diese Gegenden bewohnten?* Da die Geschichte über diese Monumente keine genügende Aufklärung giebt, so wünscht die Gesellschaft: 1) daß man sie mit ähnlichen Monumenten vergleiche, die man in Großbritannien, Dänemark, Norwegen, Deutschland, Frankreich und Rußland findet; 2) daß man die Grabsteine, die Urnen, die Waffen, die Zierrathen und das Opfergeräth, welche in diesen Hunnenbodden liegen, mit den Urnen, Waffen und ähnlichen Geräthen vergleiche, die man in den Grabstätten der alten Deutschen, Gallier, Slaven, Hunnen und anderer nordischen Völker, über welche Pallas mehrere Particularitäten giebt, gefunden hat. Die Gesellschaft setzt auf eine genügende

Antwort die goldne Medaille und einen außerordentlichen Preis von 30 Ducaten.

Auf eine unbestimmte Zeit:

1. *Hat man wirklich Grund der Stadt Harlem die Ehre streitig zu machen, dass in ihr die Buchdruckerkunst mit einzelnen beweglichen Lettern vor dem Jahr 1440, von Lorenz Hanss Coster erfunden ist, und ob sie nicht von dort erst nach Mainz gebracht, und daselbst dadurch verbessert worden, dass man statt der hölzernen Buchstaben aus Zinn gegossene genommen hat?* Die Gesellschaft erhöht den gewöhnlichen Preis mit 50 Ducaten für den, der neue oder besser bewährte Beweise als bisher geben sollte. Auch verspricht sie demjenigen, der ihr irgend einen Umstand in Beziehung der Erfindung der Buchdruckerkunst mittheilen wird, aus welchem sich über die Frage einiges Licht ziehen lässt, einen der Wichtigkeit desselben entsprechenden Ehren-Preis.

VI. Preisfragen aufgegeben auf eine unbestimmte Zeit:

1. *Was hat die Erfahrung über den Nutzen einiger, dem Anscheine nach schädlicher Thiere, besonders in den Niederlanden, gelehrt, und welche Vorsicht muss deshalb in ihrer Vertilgung beobachtet werden?*

2) *Welches sind die ihren Kräften nach bis jetzt wenig bekannten einheimischen Pflanzen, die in unsere Pharmakopöen gebracht werden, und ausländische ersetzen könnten?* Abhandlungen, welche hierüber der Gesellschaft eingereicht werden, müssen die Kräfte und Vortheile dieser einheimischen Arzneimittel nicht mit Zeugnissen bloß von Ausländern, sondern auch mit Beobachtungen und Versuchen, die in unsern Provinzen angestellt sind, belegen.

3) *Welcher bisher nicht gebrauchten einheimischen Pflanzen könnte man sich zu einer guten und wohlfeilen Nahrung bedienen, und welche nährhafte ausländische Pflanze könnte man hier anbauen?*

4) Welche bisher unbenutzten einheimischen Pflanzen geben zufolge wohl bewährter Versuche gute Farben, die sich mit Vortheil in Gebrauch setzen ließen? und welche exotische Farbpflanzen ließen sich auf wenig fruchtbarem oder wenig bebautem Boden dieser Republik mit Vortheil ziehen?

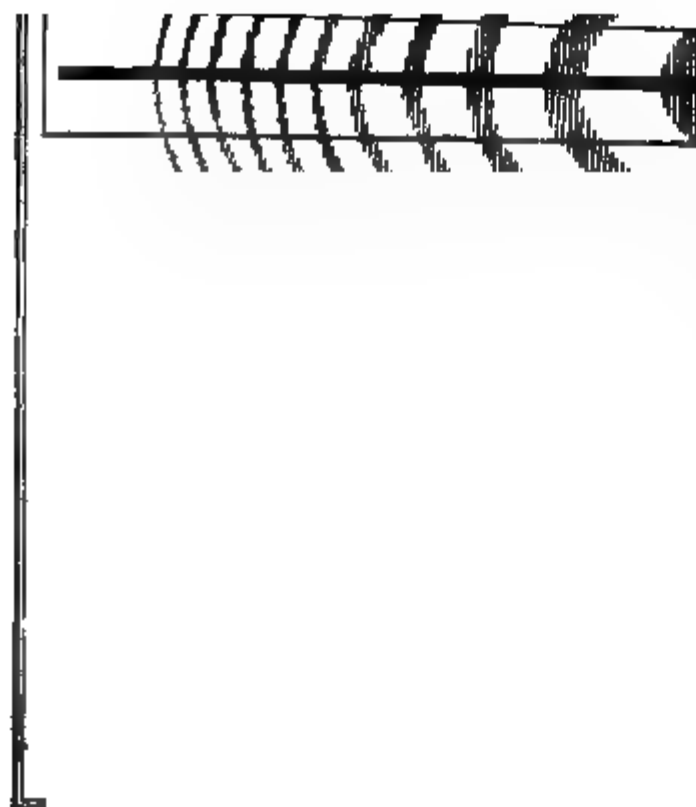
5) Was weiß man bis jetzt über den Lauf oder die Bewegung des Safts in den Bäumen und andern Pflanzen? Wie ließe sich eine vollständigere Kenntniss von dem erlangen, was hierin noch dunkel und zweifelhaft ist? Und führt das, was hierin durch entscheidende Versuche gut bewiesen ist, schon auf nützliche Fingerzeige für die Kultur der Bäume und Pflanzen?

Noch erinnert die Gesellschaft, daß sie schon in der außerordentlichen Sitzung vom Jahr 1798 beschloß, in jeder jährlichen außerordentlichen Sitzung zu deliberiren, ob unter den Schriften, die man ihr seit der letzten Sitzung über irgend eine Materie aus der Physik oder Naturgeschichte zugeschickt hat, und die keine Antworten auf die Preisfragen sind, sich eine oder mehrere befinden, die eine *außerordentliche Gratification* verdienen, und daß sie der interessantesten derselben die silberne Medaille der Societät und 10 Ducaten zuerkennen wird.

Die Gesellschaft wünscht möglichste Kürze in den Preisabhandlungen, Weglassung von allem Außerwesentlichen, Klarheit und genaue Absonderung des wohl bewiesenen von dem was nur Hypothese ist. Alle Mitglieder können mit concurriren; nur müssen ihre Aufsätze und die Devisen mit einem *L* bezeichnet seyn. Man kann holländisch, französisch, lateinisch oder deutsch antworten; nur muß man mit lateinischen Buchstaben schreiben. Keine Abhandlung wird zugelassen werden, der es anzusehen ist, daß die Handschrift von dem Verfasser selbst herrührt, und selbst die zugesprochene Medaille kann nicht ausgehändigt werden, wenn man die Handschrift des Verfassers in der eingegebenen Abhandlung entdeckt. Die Abhandlungen werden mit den versiegelten Devisenzetteln

eingeschickt, an den Herrn M. van Marum, Secretär der Gesellschaft. — Der *Preis* auf jede Frage ist eine goldne Medaille 30 Ducaten werth, mit dem Namen des gekrönten Verfassers am Rande, oder diese Geldsumme. Wer einen Preis oder ein Accessit erhält ist verpflichtet, ohne ausdrückliche Erlaubniß der Gesellschaft seinen Aufsatz weder einzeln noch sonst wo drucken zu lassen.

Die Gesellschaft hat zu Mitgliedern ernannt die Herren: *G. Cuvier*, beständigen Secretär des National-Instituts, Titularrath der Universität und Professor der Naturgeschichte und vergleichenden Anatomie in Paris; *F. Noël*, Ehrenrath der Universität; *Pougens*, Mitgl. des National-Instituts; Baron *van Pabst*, tot Bingerden zu Kleve; *Kleinhost van Enspijk*, D. M. zu Amsterdam; *Salomon*, D. M. zu Leiden; *De Chaufepié*, Wallonischen Prediger zu Delft, und *Nieuwenhuizen*, D. Ph. zu Utrecht.



L. Phys. 9. B. 3. H.

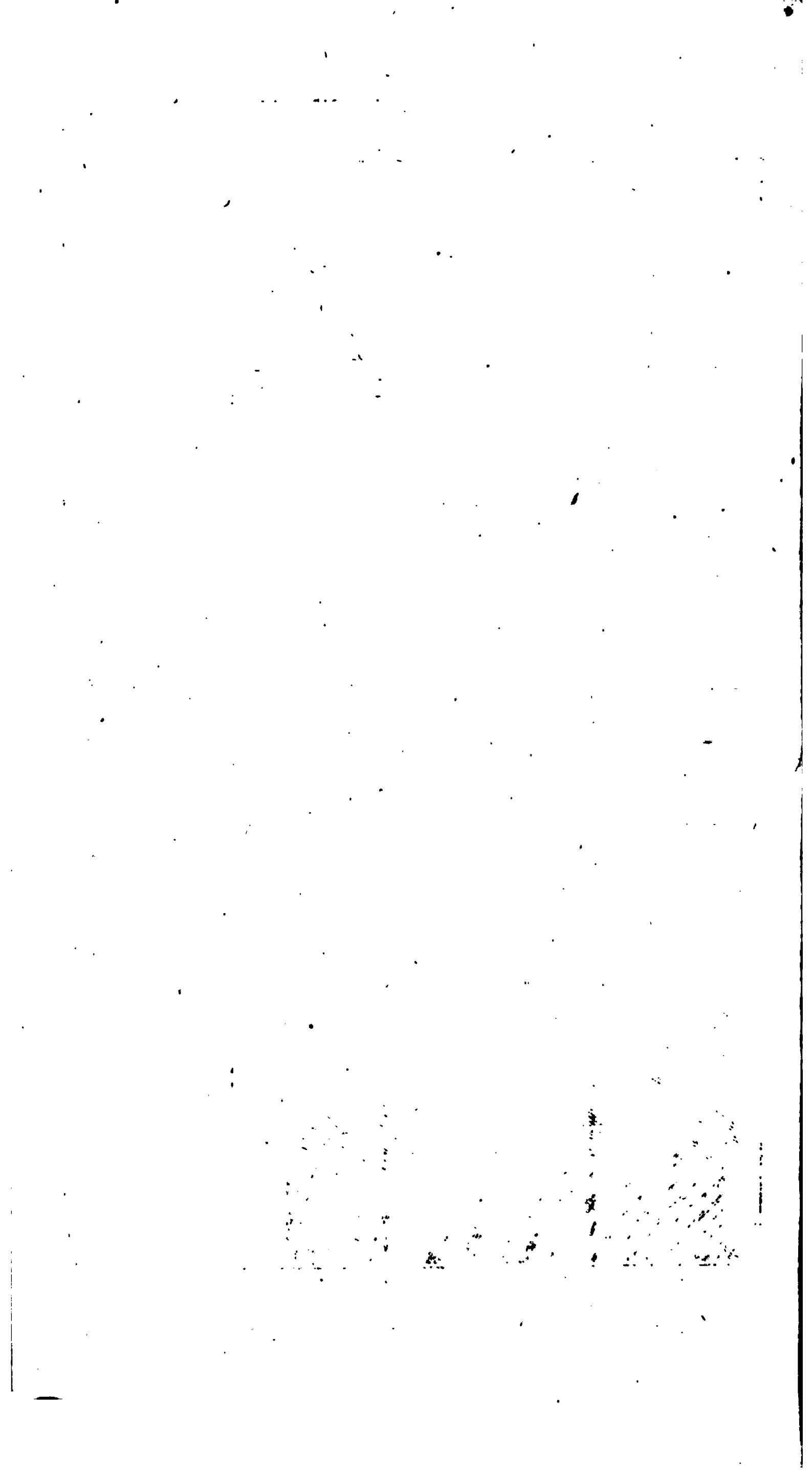
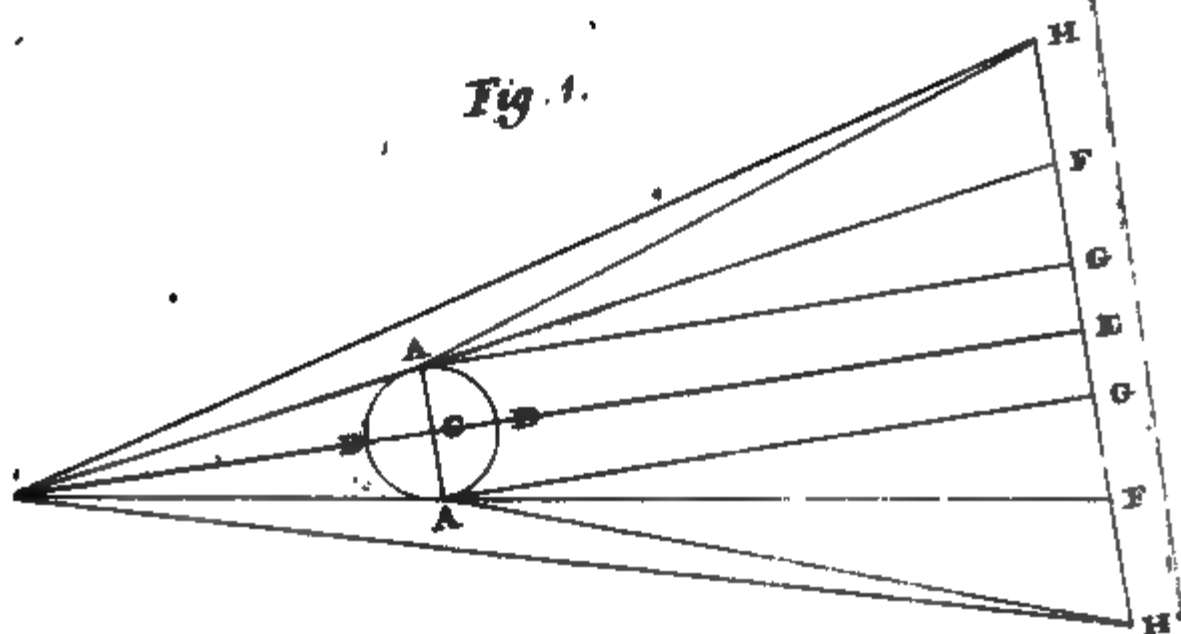


Fig. 1.



Fig

A

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1811, ZWÖLFTES STÜCK.

I.

*Historisch-kritische Untersuchung
über die festen Mischungs-Verhältnisse in den
chemischen Verbindungen, und über die Gesetze,
welche man in ihnen in den neuesten Zeiten
entdeckt hat;*

von

L. W. GILBERT,

Prof. d. Phys. an d. Univ. zu Leipzig.

Meine akademische Schrift: *Dissertatio historico-critica de mixtionum chemicarum simplicibus et perpetuis rationibus earumque legibus nuper detectis, Lipsiae 1811. 4.* (s. den vorigen Band dieser Annalen S. 471.) ist so gut wie gar nicht in den Buchhandel gekommen. Wiederholte Nachfragen nach ihr lassen mich glauben, daß meine Leser sie hier nicht ungern in der Muttersprache mit Uebergang des Ausserwentlichen finden werden. Auch verdient sie vielleicht eine Stelle in den Annalen der Physik; als eine kritische Einleitung in die neuesten Verhandlungen der physikalischen Chemie; besonders in die Arbeiten, mit denen Hr. Prof. Berzelius die Annalen geziert hat, und als ein neuer Beweis bisher noch sehr zweifelhafter

Annal. d. Physik. B. 39. St. 4. J. 1811. St. 12. Bb

stöchiometrischer Gesetze des sel. Richter. „Ich habe, heisst es in der Einleitung, meine Laufbahn als akademischer Docent auf der Universität zu Halle mit mathematischen Vorlesungen angefangen (im J. 1795); bei dem Tode des ausgezeichneten Chemikers und Physikers Gren (im Dec. 1798) erwähnte ich die Physik zu meinem Hauptfache; und als nach der kurzen Anwesenheit des jetzigen Professors der Chemie zu Petersburg, Hrn. Scherer's, in Halle, die ordentliche Professur der Chemie mir übertragen wurde (im J. 1801), vereinigte ich das chemische mit dem physikalischen Lehrfach. Es schien mir, aus diesem Grunde, ein Gegenstand, der allen drei Lehrfächern, in welchen ich mich bisher versucht habe, angehört, unter allen der passendste zu seyn zu den akademischen Schriften, die ich bei meinem Antritte der physikalischen Professur auf der Universität zu Leipzig auszuarbeiten hatte. Nicht unschicklich würde ich aber diese Abhandlung auch haben überschreiben können: Von dem Beginnen, durch Auffuchung der festen und einfachen Mischungs-Verhältnisse der Körper in der Natur, und deren Gesetze, die chemischen Untersuchungen der strengen Berechnung fähig zu machen, und theils eine mathematische Chemie, theils eine gereinigte Art von Corpuscular-Philosophie zu begründen.“

Die Materie, welche ich mir in dieser Abhandlung zu bearbeiten vorgenommen habe, gehört zu den verwickeltsten und feinsten in den chemischen Theilen der Physik, und die Aufschlüsse, welche wir über sie jetzt zu erhalten anfangen, müssen für unsere ganze Ansicht der Natur bestimmend und entscheidend werden. Es ist meine Absicht, von den festen Mischungs-Verhältnissen, welche wir bei genauerem Forschen immer in mehreren Verbindungen der Körper eines

mit dem andern auffinden, und von den Gesetzen, die sich uns in ihnen offenbaren, kritisch und historisch zu handeln.

i. *Bergmann und Lavoisier.*

Wir dürfen bei dieser Untersuchung unter den nicht mehr Lebenden vorzüglich zwei ausgezeichnete Naturforscher nicht unerwähnt lassen, die beide von der Mathematik aus zur Chemie übergegangen sind: den großen Chemiker Torbern Bergmann, der von 1767 bis 1784 auf der Universität zu Upsala in Schweden Physik und Chemie mündlich und schriftlich lehrte; und den geistvollen Forscher Lavoisier, dessen Scharfsinn, Nüchternheit und unermüdlicher Ausdauer bei einem lange verkannten Bemühen (1771 bis 1794) wir unser jetziges Lehrgebäude der Chemie verdanken, das durch jede der bewundernswürdigen Entdeckungen unserer Tage aufs neue bestätigt und fester begründet worden ist. Diesen Männern, die durch das mathematische Studium an Schärfe und Klarheit gewöhnt waren, genügte halbe Einsicht und dunkle Ahnung nicht; überall suchten sie in der Chemie Zahl-Präcision einzuführen, das heisst, beim Auffassen und Beurtheilen der chemischen Erscheinungen alles, so weit ihre Mittel reichten, an Maass und Gewicht zu binden; und von ihnen hauptsächlich ging der erste Anstoss zu dem mit Glück ausgeführten Beginnen aus, die Chemie aus dem Zustande

einer vagen Kenntniß zu dem einer exacten Wissenschaft zu erheben.

Bergmann hatte vorzüglich die Gesetze der Verwandtschaft vor Augen, und bestrebte sich sie tief genug zu ergründen, um die chemischen Naturerscheinungen der Berechnung fähig zu machen. Die Verhältnisse, in welchen sich die Säuren mit den salzbaren Grundstoffen zu Neutral- und Mittel-Salzen und mit den Metall-Oxyden zu Metall-Salzen verbinden, mußten hierbei einen Hauptgegenstand der Untersuchung ausmachen. Bergmann hat sich lange und wiederholt damit beschäftigt, sie in Zahlen scharf zu bestimmen, und schon er bemerkte in den Mischungs-Verhältnissen der Metall-Oxyde und der Metall-Salze eine gegenseitige Abhängigkeit, welche zu den merkwürdigsten der Gesetzmäßigkeiten gehört, mit denen wir uns in dieser Abhandlung beschäftigen werden. Die Wissenschaft der Chemie war indess damals noch zu sehr in ihrer Kindheit, als daß man den Werth des Gefundenen hätte zu schätzen, oder das Gefundene selbst zu bewahren und zu brauchen gewußt.

Dem Begründer des neuern Systems der Chemie war es bei seinen Forschungen hauptsächlich um die Aufschlüsse zu thun, zu welchen uns eine genaue Analyse der Erscheinungen des Verbrennens führt. Diese Erscheinungen sind von ihm in ihrer ganzen Mannigfaltigkeit, so weit sie damals bekannt waren, mit großem Scharfsinn, und einer vor ihm nie erreichten Genauigkeit ergründet worden; und

dabei hat Lavoisier die Verhältnisse, in welchen sich die brennbaren Körper mit dem Sauerstoff bei schnellem und bei langsamem Verbrennen vereinigen, auf eine Art bestimmt, die selbst in unsern Zeiten nur kleiner Berichtigungen bedurft hat.

Beide Naturkündiger haben sich zwar, so viel ich weiß, nicht mit ausdrücklichen Worten darüber erklärt, ob die Verhältnisse, nach welchen die Mischungen der Körper erfolgen, fest und einfach sind, oder ob sie durch unmerkliche Abstufungen in einander übergehen; es war aber unstreitig ihre Meinung, daß es eine Eigenthümlichkeit fast aller chemischer Verbindungen sey, daß sie nach einem einzigen, oder doch nur nach sehr wenigen festen Verhältnissen der Bestandtheile erfolgen, welche unter allen Umständen dieselben sind; und dieses scheinen sie für ein chemisches Axiom gehalten zu haben. Ihr Bemühen, überall die bestimmten Zahlenwerthe der Mischungs-Verhältnisse aufzufinden, würde in der That eitel und vergeblich gewesen seyn, wenn die Natur sich hierin anders verhielte.

Wir kennen aber doch viele Körper, von denen es kaum zweifelhaft zu seyn scheint, daß sie sich nach unbestimmten, vielleicht nach unendlich vielen, zwischen Gränzen eingeschlossenen, Verhältnissen mit einander verbinden. So lassen sich die mehrsten Metalle eines mit dem andern, wie man fast allgemein glaubt, nach allen Verhältnissen zusammen schmelzen, bis die Verschiedenheit ihrer specifischen Gewichte, ihrer Schmelzbarkeit, und

ihrer Flüchtigkeit Gränzen der Sättigung bestimmen; so die Erden und andern Basen der Salze, die mit einander beim Schmelzen verglasen, und in der Natur in den Steinen nach sehr vielen und unmerklich in einander übergehenden Verhältnissen verbunden zu seyn scheinen; so die Salze und andre Körper beim Auflösen in Wasser, die Harze beim Auflösen in Alkohol, und viele Flüssigkeiten beim Zusammengiessen mit Wasser und unter einander, — welche letztere Vereinigungen schon Lavoisier durch den Namen *solutions* von den eigentlichen *dissolutions* unterschieden haben wollte *).

2. B e r t h o l l e t.

Allgemeines Gesetz der chemischen Kraft; Erklärung der Auflösung, und der Gränzen und festen Verhältnisse in den Verbindungen.

Der ehrwürdige Verfasser des Versuchs einer chemischen Statik, Herr Berthollet, Mitglied des Erhaltungs-Senats und des Instituts von Frankreich, der in diesem klassischen Werke versucht hat, die Bedingungen zu entwickeln, von denen das Gleichgewicht in den Wirkungen der chemischen Kräfte und ein fest bestehender Zustand der zusammengesetzten Körper abhängt, — mit einem Tiefsinne, der desto mehr Bewunderung erregt, je genauer man seine Ideen studirt, — hat in diesem

*) *Traité élémentaire de Chimie* t. 2, ch. 5: *des moyens que la Chimie emploie pour écarter les uns des autres les molécules des corps sans les décomposer, et réciproquement pour les réunir.*

Werke einen eignen Hauptabschnitt den Umständen gewidmet, welche die Mischungs-Verhältnisse und deren Gränzen in den chemischen Verbindungen bestimmen, und er scheint hier diesen schwierigen Gegenstand, der von den Chemikern bis dahin ganz vernachlässigt worden war, mit einer besondern Vorliebe behandelt zu haben *). Da er der Erste ist, der den Ursachen und Bedingungen der festen Verhältnisse in den Mischungen mit philosophischem Geiste nachgespürt, und sie als Resultate eigner Modificationen der allgemeinen chemischen Kraft darzustellen versucht hat, und da er hier in der That den Grundstein gelegt hat, auf den alle späteren werden fortbauen müssen, so fange ich diese Untersuchungen damit an, seine Ansichten kurz und, wo möglich, lichtvoll darzustellen.

Nach Herrn Berthollet ist die chemische Verwandtschaft eine allgemeine Naturkraft, welche alle heterogene Körper einen mit dem andern zu Körpern neuer Art zu vereinigen strebt, und zwar nach dem von ihm aufgestellten *Gesetze der chemischen Masse*. Diese Vereinigung, lehrt er, würde vermöge der Natur der chemischen Kraft nach allen möglichen Verhältnissen progressiv erfolgen, mit einer Energie, welche von der ursprünglichen Intensität dieser Kräfte und von den Massen abhängt, wenn nicht durch die Schwächung der

*) *Essai de Statique chimique par C. L. Berthollet*, 2 Voll. Paris 1803. 8. und zwar Vol. 1, Sect. 5: *Des limites de la combinaison*.

Verwandtschaft mit der Sättigung, und durch die beiden auf mannigfaltige Art sich äussernden Kräfte, die der chemischen Kraft stets entgegen streben, nemlich der Anziehung des Gleichartigen, und dem Bestreben nach Elasticität, (auch durch Ungleichheit des specif. Gewichts,) Trennungen erhalten oder bewirkt würden, welche theils den Verbindungen gewisse Gränzen stecken, zwischen denen diese progressiv nach unendlich verschiedenen Verhältnissen erfolgen können, theils diese Progressionen gänzlich hemmen, und einzelne keiner Varietät fähige Mischungs-Verhältnisse bestimmen.

Dafs dieses Gesetz wirklich in der Natur, und dafs es das höchste für alle chemische Erscheinungen sey, hat Hr. Berthollet dadurch darzuthun gesucht, dafs er in seiner chemischen Statik die Uebereinstimmung aller chemischen Erfahrungen mit diesem Princip, durch welches uns die innerste Natur derselben auf das Genügendste aufgeschlossen werde, nachzuweisen versucht. Alle chemische Vereinigungen geschehen ohne Ausnahme, behauptet er, nach diesem Gesetze, und es giebt in so fern im Wesentlichen nur eine einzige Art von chemischer Vereinigung, welche in Lavoisier's sogenannten *solutions* dieselbe als in dessen *disolutions* ist, (eine Unterscheidung, die also von Hrn. Berthollet nicht scheint anerkannt zu werden,) und welche in den Auflösungen (*disolutions*) nur anders modificirt, als in den übrigen Verbindungen (*combinaisons*) hervortritt, indem diese

beiden, dem ersten Anblick nach wesentlich von einander abweichenden Arten von Vereinigungen, wirklich nicht der Art, sondern nur der Stärke der in ihnen wirkenden chemischen Kraft nach, von einander verschieden sind. Wirken nemlich zwei Körper (von denen wenigstens der eine, damit chemische Wirkung möglich sey, flüßig seyn muß) nur mit schwacher Verwandtschaft auf einander, so treten sie häufig miteinander in zweierlei Vereinigungen, in denen sich einigermaßen entgegengesetzte Kräfte äußern, indem die Wirkung damit anfängt, daß die festen Theilchen sich mit den flüssigen sättigen, so weit ihre Wirkungsphäre reicht, und wenn dadurch die Cohäsion geschwächt ist, der flüssige Körper diese Vereinigungen von einander entfernt, und gleichförmig in sich verbreitet, wobei ein zweiter Zustand von Sättigung entsteht *). In dieser Ansicht, welche Hr. Berthollet nach Verschiedenheit der Umstände noch etwas modificirt, verschwindet die wesentliche Ungleichartigkeit, welche Viele zwischen den Auflösungen (*disolutions*) und den eigentlichen chemischen Verbindungen (*combinaisons*), und Lavoisier zwischen der *solution* und der *disolution* zu lehn meinten, und wird die ganze chemische Wirksamkeit auf ein einziges, nur durch die Umstände und durch andre einwirkende Kräfte modificirtes Gesetz zurückgeführt, in welchem die chemische Statik die höchste

*) S. *Essai de Stat. chim.* Vol. I. Sect. 1. ch. 2, *de la dissolution*, und Sect. 5. ch. 2. *de l'action des dissolvans.*

Regel sieht, nach der alle chemische Wirkungen erfolgen. Für die Verbindungen sowohl als für die Auflösungen sind, nach ihr, progressive Vereinigungen nach unendlich vielen, unmerklich in einander übergehenden Verhältnissen der allgemeine Typus, der sich in manchen Auflösungen rein darstellt; Grenzen und feste Verhältnisse sind nur Beschränkungen, durch die eigne Art der Wirksamkeit der chemischen Kraft und durch die ihr widerstrebenden Kräfte bewirkt, und es irrt, wer die eigentlichen Verbindungen ihrer Natur nach an feste, geschweige denn an einfache Verhältnisse gebunden glaubt.

Auf welche Art diese letzteren, die Verbindungen nach festen und unveränderlichen Verhältnissen, mit denen wir es hier zunächst zu thun haben, entstehen, das hat Hr. Berthollet in einem eignen Kapitel zu erklären gesucht *). Sobald zwei Körper von nicht zu geringer Verwandtschaft, deren Theilchen durch die kleinste Kraft verschiebbar, d. h. flüchtig, sind, mit einander in Berührung treten, erfolgt, nach ihm, vermöge der gegenseitigen Anziehung des Ungleichartigen eine Verdichtung. Bei einigen ist diese Condensation für ein gewisses Verhältniß der Mischung ein *Maximum*; und Körper, bei denen das der Fall ist, können sich, nach Hrn. Berthollet, nur in diesem Verhältnisse mit einander chemisch vereinigen, wenn sie auch nach an-

*) *Ebendaf. Sect. 5, chap. 1. des proportions des éléments dans les combinaisons.*

dem Verhältnissen gemengt werden: eine Nothwendigkeit, über die er sich nicht weiter verbreitet, obgleich nicht alle der Meinung seyn dürften, daß sie für sich am Tage liege. Alle Verbindungen nach festen Verhältnissen entstehn, nach Hrn. Berthollet, auf diese Art; sie sind die seltensten unter allen chemischen Vereinigungen, und da große Condensationen überhaupt nur bei Körpern Statt finden, welche die Gasgestalt haben, so sind es besonders die Gasarten, in deren Verbindungen sich die festen und unveränderlichen Mischungs-Verhältnisse zeigen. So z. B. vereinigen sich Sauerstoffgas und Wasserstoffgas immer nur zu Wasser, und zwar nach dem unveränderlichen Verhältnisse der Voluminum von 1:2, und der Gewichte von 88,3:11,7 *); und Stickgas und Wasserstoffgas immer nur zu Ammoniak, und zwar in dem festen und unabänderlichen Verhältnisse der Voluminum von 1:3 und der Gewichte von 81,525:18,475 **). — Körper dage-

*) Das letztere Verhältniß ist bewiesen durch die wichtigen Versuche der HH. von Humboldt und Gay-Lussac über die endiometrischen Mittel (f. *Annal. d. Phys.* B. 26. od. Jahrg. 1805. St. 5. S. 38. f.), das erstere folgt aus diesem, wenn man das specif. Gewicht des Sauerstoffgas zu 1,10359 und das des Wasserstoffgas zu 0,07321 annimmt, wie die HH. Arago und Biot sie gefunden haben (B. 27. S. 94.). Hr. Gay-Lussac nimmt indess in seiner öfters zu erwähnenden Abhandlung über die Verbindung der gasförmigen Körper eines mit dem andern, dieses Verhältniß an zu 86,733:13,266 (f. B. 36. Jahrg. 1819. St. 9. S. 36.), ohne anzuzeigen, was ihn hierzu berechtigt.

**) Nach den Bestimmungen Berthollet's des Sohns und Gay-Lussac's am ang. Orte B. 36. S. 14 u. 36.

gen, welche sich nur wenig verdichten, wenn einer in die Wirkungsphäre des andern tritt, verbinden sich nach allen Verhältnissen, bis durch Schwächung der chemischen Kraft mit der Sättigung Begränzung derselben, und dadurch ein Anfang und Ende der Vereinigung entsteht, diesseits und jenseits welcher die Kraft der Verwandtschaft die ihr entgegenstehenden Hindernisse nicht zu überwäligen vermag; und von dieser Art sind, wie Hr. Berthollet einzeln nachzuweisen sucht, bei weitem die mehrsten Arten von chemischen Verbindungen. — Wird die Kraft noch schwächer, so tritt der Zustand von zweierlei Sättigung ein, der das Eigenthümliche der *Auflösungen* ausmacht, indem sich dann die entstehende Vereinigung gleichförmig durch das Auflösungsmittel verbreitet.

Und so haben also, (fassen wir diese Ansichten noch einmahl ins Kurze zusammen,) nach Hrn. Berthollet, sowohl die festen Mischungsverhältnisse in den chemischen Verbindungen, als die constanten Gränzen der progressiven Verhältnisse, ihren Ursprung: *erstens* in der Eigenschaft der chemischen Verwandtschaft, daß die Kraft, mit der ein Element der Verbindung das andere festhält, in dem Grade abnimmt, als die Menge dieses andern Elementes wächst; und *zweitens* in dem Widerstande, der aus der Cohäsion, wie sie in den Elementen der Verbindung war, oder durch ihre gegenseitige Condensation geworden ist, und aus der diesen Elementen eigenen Elasticität entspringt, zweien mit der Temperatur an Stärke variirenden

Kräften, welche (und so auch der Unterschied der specifischen Gewichte,) der Verwandtschaft entgegenstreben und die Wirkungen derselben beschränken.

Dieses ist das Wesentliche der Erklärung des Hrn. Berthollet. Man dürfte vielleicht fragen, ob wohl das Erscheinen von *Maximis* in der Condensation der sich verbindenden Elemente in einigen Mischungen, auf welche dieser tiefsinnige Forscher alles Hervortreten von festen und unveränderlichen Verhältnissen in den chemischen Verbindungen zurückführt, ein uns besser bekanntes und an sich lichtvolleres Phänomen, als das zu erklärende sey? und ob durch diese Zurückführung die Erklärung nicht mehr hinausgeschoben als wirklich gegeben werde; indem nun, statt der vorigen Aufgabe, die Frage eintritt nach den Bedingungen und Ursachen der *Maxima* in den Condensationen, welche sich nach Hrn. Berthollet nur bei einigen; aber nicht bei allen Mischungen zeigen. Vielleicht dürfte auch bei der Zurückführung der Auflösungen auf das allgemeine Gesetz der chemischen Vereinigungen, so scharfsinnig sie auch ist, doch noch nicht alles Schwierige entfernt seyn. — Wenn man indess eingestehn muß, daß es schon ein bedeutender Gewinn für unsere Einsicht in die Natur ist, verschiedenartige Phänomene, deren Abhängigkeit von einander man nicht überseh oder selbst verkannte, in ihrem nothwendigen Zusammenhänge dargestellt zu sehn; so ist unstreitig durch die hier skizzirten tiefsinnigen Erörterungen

Berthollet's ein großer Schritt zur Erklärung der festen Verhältnisse und der Gränzen in den chemischen Vereinigungen gethan, sollten gleich noch viele Schritte zu thun übrig bleiben, ehe wir hierin zu einer genügenden Einsicht gelangen werden.

Der Versuch einer chemischen Statik scheint nach mehreren Stellen zu urtheilen, von dem Verfasser im J. 1802 zuletzt überarbeitet zu seyn. Damals aber lagen die experimentalen Untersuchungen fast alle noch unberührt, welche in diesem schwierigen Theile der Philosophie der Chemie die Grundlage ausmachen müssen, und welche über die meisten der aufgestellten Ansichten allein entscheiden können. Nach dem damaligen Zustande der Wissenschaft, und in seiner im Ganzen gewiß sehr richtigen Ansicht der chemischen Erscheinungen, konnte Hr. Berthollet schwerlich, weder anders urtheilen, noch diesen Gegenstand weiter verfolgen, als er es mit großem Scharfsinn gethan hat, ohne ganze Reihen neuer und schwieriger Versuche durchzuführen, welche die Kräfte und die Zeit eines Naturforschers überstiegen. Jetzt, nachdem so viele Materien, auf welche es hierbei ankam, in ein helleres Licht gesetzt worden sind, würde er vielleicht (ist es anders nicht zu kühn, in der Seele eines Berthollet zu urtheilen) seine Ansicht von dem allgemeinen Naturgesetze, das alle chemischen Wirkungen regelt, — dem Gesetze der chemischen Massen, denen entsprechend die Natur progressive Verbindungen nach allen Verhältnissen zu bilden

bestrebt ist, — zwar nicht abändern; wohl aber die Natur und den Ursprung der festen und unveränderlichen Mischungs-Verhältnisse, welche man seitdem weit häufiger, und auf eine Art, wie man es nicht vermuthete, in der Natur aufgefunden hat, auf eine etwas andere Weise aufgefaßt und dargestellt haben.

3. P r o u s t.

Festes Mischungs-Verhältniß der Metall-Oxyde, der Schwefel-Metalle und der Metall-Salze. Verbindung und Zergehung. Sein Gesetz der festen Proportionen.

Herrn Berthollet's Werk, welches als das Vorzüglichste unter denen in den Naturwissenschaften während den letzten zehn Jahren geschriebenen, in Frankreich vor kurzem mit einem der großen von dem Kaiser ausgesetzten zehnjährigen Preise, einstimmig gekrönt worden ist *), — erschien zu einer Zeit, als ein anderer geistvoller französischer Chemiker in seinen Arbeiten über die Metalle auf Erfahrungen war geführt worden, mit welchen die Meinungen, die man bis dahin von mehreren Arten von Verbindungen der Metalle mit andern Körpern hatte, nicht übereinstimmten; und bei deren weiterem Verfolg dieser Chemiker sich zu Ansichten erhob, die von den hier vorgetragenen so weit abwichen, daß er gegen den Verfasser der chemischen Statik offen, als Kritiker, in die Schranken trat.

*) *Annal. d. Phys.* B. 33. Jahrg. 1810. St. 12. S. 416.

Herr Proust, damals Professor der Chemie zu Madrit, jetzt wieder in Paris lebend, hatte im J. 1801 eine zusammenhängende Reihe von Untersuchungen über die Metalle, besonders über deren Verbindungen mit dem Sauerstoffe, mit dem Schwefel und mit den Säuren begonnen, um durch genauere Erforschung der Natur dieser Verbindungen und ihrer Mischungs-Verhältnisse, als sie damals bekannt war, eine wesentliche Lücke in der chemischen Wissenschaft auszufüllen. Er gelangte bei diesen eben so schwierigen als interessanten Arbeiten Schrittweise zu sehr merkwürdigen Resultaten, welche er mit der ganzen Lebendigkeit seines Geistes auffasste, und auf eine Art durchführte, die Ueberzeugung bewirken mußte. Einige ausgezeichnete Naturforscher, welche seinen Weg weiter verfolgten, hat dieser Pfad zu einer Höhe geführt, welche manche Chemiker schwindeln macht.

In der chemischen Statik wird mit durch die Metall-Oxyde der Beweis geführt, daß zwischen der ersten und letzten möglichen Gränze der Verbindungen zweier Körper mit einander, — z. B. zwischen dem schwarzen Eisenoxyde, welches 29,25 Theile Sauerstoff, und dem rothen Eisenoxyde, welches 44,25 Theile Sauerstoff auf 100 Theile Metall enthält *), — unendlich viel andre Verbindungen (hier Eisenoxyde) inne liegen, deren Mischungsverhältnisse zwischen jene fallen. Besonders schienen

*) Nach Versuchen des Hrn. Berzelius, *Annal. d. Phys.* J. 1811. St. 3. B. 37. S. 313.

die verschiednen Metallsalze aus einerlei Säure und Metall hiervon redende Beweise abzugeben. Und daß auch der Schwefel mit den Metallen nach sehr viel verschiedenen Verhältnissen gemischt sey, von denen jedes der Verbindung andre Eigenschaften gebe, scheint Berthollet damals noch für eine Lehre gehalten zu haben, an die kein Chemiker zweifeln könne. Proust's hierher gehörige Versuche, so weit sie damals bekannt waren, hatte Hr. Berthollet zweifelnd, und seine Meinungen misbilligend erwähnt. Kaum war der Versuch einer chemischen Statik (im Jahre 1804) erschienen, so trat Herr Proust auf, und bestritt und widerlegte jene damals allgemein verbreitete Meinungen von den Metall-Oxyden *) und den Schwefel-Metallen **), — nicht ohne Glück. Zugleich suchte er darzuthun, Berthollet habe einen wesentlichen Unterschied in den chemischen Vereinigungen übersehn, und es müsse an die Stelle von dessen allgemeinem Gesetze der chemischen Wirksamkeit vielmehr ein anderes gestellt werden, welches er das *Gesetz der unveränderlichen Proportionen* nannte; worin er indess zu leicht und zu flüchtig verfuhr, als daß er auf Berthollet's Beistimmung und auf die der philosophischen Chemiker hätte hoffen dürfen.

*) *Sur les oxydations metalliques*, im Journ. d. Phys. A. 1804, Nov. t. 49. p. 321. f.

**) In vielen weiter unten nachzuweisenden Aufsätzen.

Die *Metalle* können bekanntlich auf mehrerlei Weise *oxydirt* werden. Die gewöhnlichsten Mittel, dieses zu bewerkstelligen, sind Wärme und Säuren. Wird ein Metall unter freiem Zutritt der atmosphärischen Luft, oder in Sauerstoffgas, hinlänglich erhitzt, so bemächtigt es sich des Sauerstoffs dieser luftförmigen Körper, und vereinigt sich mit ihm entweder durchgängig, oder nur an der Oberfläche, und zwar in dem letztern Fall zu einer höchst feinen Lage farbigen Oxyds, mit der es anläuft. Die Säuren beschleunigen theils die zeretzende Einwirkung der Metalle auf das Wasser, theils werden sie selbst durch die Metalle zersetzt, und je nachdem diese Einwirkungen mit mehr oder weniger Intensität vor sich gehn, kann eine Verschiedenheit in den Producten Statt finden. In so viel verschiednen Farben das Metalloxyd oder die Oberfläche des Metalls erscheinen, so vielerlei verschiedene Oxyde und Oxydations-Stufen eines Metalls glaubte man zu sehn; und da besonders bei dem Anlaufen der Oberflächen der Metalle die Farben durch unmerkliche Nüancen in einander überzugehn scheinen, so meinte man hierdurch in die Augen fallende Beweise zu haben, von unendlich vielen Verbindungen des Sauerstoffs mit einem Metalle, nach unmerklich in einander übergehenden Verhältnissen, innerhalb zweier bestimmter Grenzen, der niedrigsten Stufe, mit der die Oxydation anhebt, und der höchsten Stufe, bei der sie aufhört; also einen nicht zu widersprechenden Beweis

für die in der chemischen Statik aufgestellten Lehre von progressiven Verhältnissen in den Mischungen.

Gegen diese Ansichten hat Hr. Proust durch überzeugende Beweise dargethan, daß auch die Metalloxyde, diejenigen wenigstens, die durch Säuren oder durchgängige Oxydation in der Hitze gebildet werden, insgesamt an feste und unveränderliche Mischungs-Verhältnisse gebunden sind. Von vielen Metallen giebt es nur ein einziges, von mehreren zwei, von sehr wenigen drei verschiedene Oxyde, welche überall, und unter allen Umständen, nach einerlei unabänderlichen Zahl-Verhältnissen zusammengesetzt sind, und die bei fortschreitender oder rückschreitender Oxydation sogleich sprungweise entstehen, oder sich gänzlich trennen, oder eines in das andere verwandeln. Bei keinem einzigen Metall findet sich eine Reihe unmerklich in einander übergehender Oxyde dieser Art, zwischen zwei bestimmten Grenzen, wie der Verfasser der chemischen Statik sie sich bei allen Metallen gedacht hatte. Naturforscher, welche sie, oder überhaupt nur mehrere Oxydations-Stufen als die angezeigten, (wie z. B. Thenard beim Spießglanze sechs,) zu finden glaubten, haben Mengungen aus zwei Oxyden, die auf den beiden selten Oxydations-Stufen, der im *Minimo* und der im *Maximo* standen, eines mit dem andern, oder mit dem Metall, (zum Theil auch basische Salze des Metalls,) für Oxyde besonderer Art genommen.

So lautet das letzte Resultat, welches Proust aus seinen Untersuchungen über die Metall-Oxyde zieht, die er mehrere Jahre lang mit anhaltendem Eifer verfolgt hat *). Alle spätere Forschungen anderer Chemiker haben dieses Resultat bestätigt, nachdem man durch ihn hier richtiger sehen gelernt hatte; und selbst Berthollet, der anfangs diesen Ausagen widersprach, scheint sich ihnen jetzt sehr genähert zu haben. Nur in den verschiednen farbigen Ueberzügen, womit manche Metalle in der Hitze, nach Verschiedenheit der Intensität derselben, an der Oberfläche aufaufen, glaubten einige Chemiker noch Gründe gegen diese Lehre zu sehn, oder vielmehr zu ahnen **); denn bei der unendlichen Dünneheit der Oxydlage läßt sich über den Grad der Oxydation hier nichts durch Versuche ausmachen. Da wir aber wissen, daß die Farben dünner Flächen und Platten von ganz andern Gründen als von der chemischen Natur der Körper abhängen, so könnten wohl dieselben Ursachen ganz andrer Art, welche die wundervoll wechselnden prismatischen Farben der Seifenblasen,

*) Anfangs hielt Proust es „für ein fast allgemeines Gesetz, daß sich überall in der Natur nur ein oder höchstens zwei Grade der Oxydation eines und desselben Metalles finden, an welche gleichfalls der Mensch in seinen Neubildungen gebunden sey;“ bei Bearbeitung des Zinns entdeckte er aber im J. 1805 in dem Musivgolde ein drittes Zinnoxid (*Annal. d. Phys.* B. 25. S. 443), und seitdem hat man auch vom Bleie drei Oxydations-Stufen kennen gelernt.

**) Vergl. die *Göttinger gelehrte Anzeigen* J. 1810. St. 93.

der dünnen Blättchen des sich krySTALLISIREN-
 überoxygenirt-salzauren Kali's *), und anderer
 sehr dünner Flächen (kurz die Farben durch Trans-
 mission des Lichtes) hervorzurufen vermögen, —
 auch an der Farbenfolge Antheil haben, mit der
 z. B. der Stahl, beim Erhitzen, an der Oberfläche an-
 läuft, da wir sehn, daß mit steigender Wärme die
 Dicke der Oxydlage zunimmt, und zugleich die
 Farbe sich verändert **). Ein Gedanke, dessen Rich-
 tigkeit, wie es mir scheint, durch die schönen Ver-
 suche des Professors LÜDICKER in Meissen über die
 Farben bei dem Anlaufen des Stahls ***) fast außer
 Streit gesetzt wird. Dieser Physiker hatte nemlich
 eine durchgängig gleich dicke, an der obern Fläche
 polirte Stahlstange mit dem einen Ende in Kohlen
 gelegt; er sah auf dieser Fläche die entstehenden
 Farben allmählig weiter heraufrücken, und es bil-
 dete sich ein mit mehrerer und minderer Deutlich-
 keit mehrfach wiederholtes prismatisches Farben-
 bild, in welchem die Breite der einzelnen Farben
 genau in demselben Verhältnisse stand, wie in dem
 prismatischen Sonnenbilde.

Die Schwefel-Metalle sind zwar immerfort in
 den Händen der Hüttenleute, und werden von
 ihnen täglich in ihren Oefen, Herden und Rost-

*) Vergl. W a g e n m a n n's Bemerk. über dieselben in diesen
Ann. d. Phys. B. 35. S. 119.

**) Vergl. Stodart's Versuche über diese Farben, *Ann. d.*
Phys. B. 17. S. 462.

***) *Das.* B. 34. od. Jahrg. 1810. St. 3. S. 235. in seinen Ver-
 suchen über die Mischungen prismatischer Farben.

stätten behandelt, denn sie machen die zahlreichste Klasse der Erze in der Natur aus; nichts desto weniger waren sie vor den Arbeiten des geistvollen Madrider Chemikers noch so gut als wissenschaftlich nicht untersucht. Von ihrer Natur hatte man unrichtige und nur sehr vage Vorstellungen; man hielt sie fast alle für Verbindungen des Schwefels mit Metall-Oxyden, nach unbestimmten Verhältnissen, und niemand hatte in ihnen allgemeine Uebereinstimmung, und Verbindungen nach wenigen einfachen und festen Verhältnissen geahnet; geschweige denn Gesetzmäßigkeiten höherer Art. Mit grossem Scharfsinn zeigte Proust durch einfache und entscheidende Versuche, dass alle Metalle, nur regulinisch sich mit dem Schwefel zu vereinigen vermögen, das einzige Zinn ausgenommen, wie es im Musivgolde vorhanden ist, und dass die Verbindungen der Metalle mit dem Schwefel ein unveränderliches Verhältniss befolgen, welches bei den meisten Metallen auf ein einziges, nur bei wenigen auf zwei, beschränkt ist. Wo dieses anders zu seyn scheint, da hat man aus Unbekanntschaft mit den mannigfaltigen Arten von Vereinigungen, welche zwischen verschiedenen Körpern Statt finden können, für Schwefel-Metalle genommen, was entweder eine bloße Mengung des Schwefel-Metalls mit Oxyd oder mit Schwefel war, oder aus einer Zergehung (*dissolution*) eines Schwefel-Metalls in das Metall selbst, oder in eins der Oxyde des Metalls,

oder in andre Schwefel-Metalle und in Arsenik bestand.

Zu dieser Ansicht gelangte Proust allmählig. Er hatte seine Untersuchungen mit dem Eisen im J. 1801 begonnen, und der Ueberraschung, welche es ihm machte, zwei feste Verhältnisse zu finden, in welchen Schwefel und Eisen allein mit einander verbunden vorkommen, sie mögen durch Natur oder durch Kunst vereinigt seyn, scheinen wir nicht wenig von dem Eifer zu verdanken zu haben, mit dem er diesen Gegenstand verfolgte *). Seine Hauptarbeiten in dieser Materie sind die über die Verbindungen des Schwefels mit dem Spießglanze **) und über die zusammengesetzten Schwefel-Metalle ***); und sie vorzüglich erwarben ihm den Beifall und die Beistimmung der Naturforscher, durch das Licht, welches er in ihnen über einige der verworrensten chemischen Präparate verbreitete, das Spießglanz-Glas, den Spießglanz-Rubin und Safran, die Spießglanz-Leber, und alle Zwischennüancen, — und über einige der dunkel-

*) Diese seine Untersuchungen sind in dem *Journ. de Physique* A. 1801 bis 1806 in acht verschiedenen Abhandlungen zerstreut. Ich habe sie in ein Ganzes zusammengestellt in Band 25 meiner *Annal. der Physik*, J. 1807. St. 1 bis 4, unter der Ueberschrift: *Untersuchungen über die Schwefel-Metalle von Proust*, S. 44 f., 164 f., 266 f., 289 f., 440 f. u. B. 26. S. 115., und ihnen die Arbeiten einiger anderer Chemiker angereiht, die sich auf das genaueste an sie anschließen.

**) *Das.* S. 186. f.

***) *Das.* S. 289. f.

sten Erze, die zusammengesetzten Schwefel-Metalle, besonders die Fahlerze, Glanz- und Speiskobalte, und andere. Jene, wie Proust sich ausdrückt, „tausend und eine Spießglanz-Präparate, deren lächerliche Nomenclatur unsere Ideen nur zu lange verwirrt, und die chemische Geschichte des Spießglanzes verdunkelt hat,“ erklärte er für Vereinigungen von Schwefel-Spießglanz mit Spießglanz-Oxyd im Minimo, nach sehr verschiedenen, vielleicht durch unendlich viel Zwischen-Nüancen in einander übergehenden Verhältnissen, — und diese Erze für Vereinigungen, die erstern von Schwefel-Kupfer mit Schwefel-Eisen, Schwefel-Spießglanz, Schwefel-Blei, Schwefel-Silber u. a., die letztern von Schwefel-Kobalt, Schwefel-Nickel u. a. mit Arsenik, nach eben so unbestimmten und zufälligen Verhältnissen.

Und hierdurch wurde er auf die Lehre von zwei Arten von chemischen Vereinigungen, die man wesentlich von einander unterscheiden müsse, geleitet *), den eigentlichen und wahren *Verbindungen* (*combinaisons*) und den *Zergehungen* (*dissolutions*). *Wahre Verbindungen* finden nach ihm nur zwischen den Grundstoffen, und zwar nur zwischen zwei, höchstens drei, (fast nur im Thierreiche zwischen vieren) Statt, und erfolgen immer nur in einem einzigen oder in sehr wenigen unveränderlichen Mischungs-Verhältnissen, deren jedes einen

*) Man vergl. vorzügl. am angef. Orte S. 293. f.

festen Charakter und eine constante, höchstens nach Verschiedenheit der Aggregation etwas veränderte Physiognomie habe, und sie alle beherrsche das Gesetz der festen Proportionen. Solche wahre Verbindungen sind die Schwefel-Metalle, die Metall-Oxyde und die Producte des Verbrennens der einfachen Grundstoffe; sie habe, meint Proust, die Natur so zu sagen privilegiert, indem sie sie nie anders als nach genau bestimmtem Mals und Gewicht, und mit Charakteren erzeuge, welche eben so unveränderlich sind, wie das Verhältniß ihrer Elemente; daher man sie von einem Pole zum andern mit gleichen Eigenschaften finde. Die Zergéhungen sind dagegen, nach ihm, Vereinigungen dieser Verbindungen unter einander (nicht ihrer Grundstoffe selbst), und daher bloße secundäre Zusammensetzungen, häufig von vier, fünf und mehreren Verbindungen, die durch Schmelzung, oder Austrocknung, oder KrySTALLISATION, oder auf andere Weise, nach höchst verschiedenen und bloß zufälligen Verhältnissen in einander gewickelt, und daher dem Gesetze der festen Proportionen nicht unterworfen sind; wie es denn vielleicht nicht zwei Bergwerke gebe, worin z. B. die Fahlerze oder die Speiß- und Glanz-Kobalte in dem einen ganz von derselben Beschaffenheit, wie in dem andern wären.

Aber worin sollen wir die Ursache suchen, daß die Verbindungen der Grundstoffe nur nach festen Verhältnissen, die Vereinigungen der Verbindungen

dagegen stets nach veränderlichen und zufälligen Verhältnissen erfolgen? meinst du etwa, daß die Kraft, welche macht, daß ein Metall sich in dem Schwefel auflöst, eine andere sey als die, vermöge der ein Schwefel-Metall in ein andres zergeht? — „Mit einer Antwort auf diese Frage,“ erklärte Proust *), „werde ich mich nicht übereilen, aus Furcht, mich in einem Felde zu verirren, welches vielleicht noch nicht hinlänglich durch Thatfachen erhellt ist. Die Kräfte, welche beide Arten von Vereinigungen erzeugen, mögen indess dieselben seyn oder nicht, wenigstens sind die Resultate derselben so verschieden, daß sie nicht mit einander vermengt werden dürfen, indem die Natur selbst eine unverkennbare Gränzlinie zwischen beide gezogen hat; und sie dürfen daher auch in unsern naturhistorischen Inventarien [Mineralogien] nicht neben einander gestellt werden, da beide nach sehr verschiedenen Gesetzen gebildet sind.“

Diese Antwort gilt vorzüglich dem Verfasser der chemischen Statik, der nicht mit Unrecht gegen Proust erinnert hatte, daß die Unterscheidung, wie er sie zwischen Verbindungen und Zergehungen machen will, viel zu schwankend sey, und daß sich in seinen Erklärungen darüber Aussagen finden, die nicht mit einander bestehn, — und dessen übrige Gegenkritik sich ziemlich in jene

*) Ueber die Schwefel-Metalle, zwei Streitschriften zwischen Proust und Berthollet, am ang. Orte. S. 266.

Frage zusammenfassen liefs *). Dafs es Verbindungen von Grundstoffen nach veränderlichen und zufälligen Mischungs-Verhältnissen giebt, scheinen die Metall-Legirungen und die Verglasungen zu beweisen; dagegen zeigen sich feste und unveränderliche Verhältnisse in der Zusammensetzung der Salze, obgleich die Salze Vereinigungen schon gebildeter Verbindungen, nemlich der Säuren mit den Basen oder Metall-Oxyden sind. Offenbar hat also Proust mit zu weniger Umsicht und zu schnell verallgemeinert, und hat sein sogenanntes *Gesetz der festen Proportionen* auf eine Art aufgefaßt, wie es nicht in der Natur vorhanden ist. Dafs er dasselbe an die Stelle von Berthollet's allgemeinem Gesetze der chemischen Kraft, setzen zu können meint, („weil die Natur die Verbindungen dem Zufalle der veränderlichen Verhältnisse, welche Berthollet zur Grundlage seines Systems erwähle, nicht überlassen habe,“) ist unstreitig eine Uebereilung; auch sind allerdings die Merkmale nicht richtig aufgefaßt, durch die er

*) „Ich habe, (sagt Berthollet unter andern, am angef. Orte S. 279.) „alle Vereinigungen in Hinsicht auf „die Gränzen und die festen Verhältnisse der Mischung untersucht, von den schwächsten an, die man für ein bloßes „Zergehn (*simple dissolution*) hält, bis zu den energischsten, denen man allein den Namen Verbindung (*combination*) vorbehalten will, obgleich man zwischen beiden „keine Gränzlinie anzugeben weiß, und habe gezeigt, dafs „beide gleichmäfsig Resultate von Verwandtschaften sind, „die ein und demselben Gesetze gehorchen.“

in den chemischen Vereinigungen zwei wesentlich verschiedene Arten unterscheiden will.

Dessen ungeachtet, däucht mir, dürfen wir eine Unterscheidung, welche einem so feinsinnigen Chemiker vorschwebte, nicht allzu schnell als unstatthaft verwerfen; ja ich halte es selbst für nicht sehr schwierig, sie mit Berthollet's tiefsinniger Ansicht der chemischen Kraft und ihrer Gesetze in Harmonie zu setzen:

Man wird sich nemlich aus dem, was ich weiter oben von dieser Ansicht angeführt habe, erinnern, daß nach Berthollet in den Wirkungen der chemischen Kraft eine wesentliche Verschiedenheit Statt findet, welche von der Intensität der Kraft abhängt. Ist die gegenseitige Verwandtschaft zweier Körper nur schwach, (wie es nach ihm bei allen Auflösungen der Fall seyn soll,) so entstehen zwei verschiedene Vereinigungen: der aufzulösende Körper verbindet sich mit dem Auflösungsmittel innerhalb der Sphäre seiner Wirksamkeit, und zwischen diesen Verbindungen und der übrigen Portion des Auflösungsmittels tritt ein zweiter Zustand der Sättigung ein, der sich durch gleichförmige Verbreitung des erstern durch das letztere, oder umgekehrt, äußert *), also gerade durch das, worin

*) Der selbe Zustand von zweifacher Sättigung scheint auch in den nicht neutralen Metall-Auflösungen Statt zu finden, indem das neutrale Metallsalz durch die überflüssige Säure, in der es gleichförmig verbreitet ist, bloß in Auflösung erhalten und sich niederschlagen abgehalten wird.

Lavoisier das Wesen seiner *solutions* setzte. Herr Proust scheint sich die Zergehungen eines Schwefel-Metalls in ein anderes, oder in das Metall oder dessen Oxyd, ganz auf dieselbe Art zu denken; sie tragen, auf welchem Wege sie auch entstanden seyn mögen, dieselben Charaktere an sich, welche Auflösungen von Salzen in Wasser zeigen würden, wenn sie plötzlich erstarrten, ohne sich in ihrer Zusammensetzung zu ändern. Diese gleichförmige Verbreitung durch einander, nach progressiven Verhältnissen zwischen zwei Gränzen, wie wir sie bei den Auflösungen wahrnehmen, ist etwas ganz Charakteristisches, welches wir nur bei gewissen Arten von chemischen Vereinigungen wahrnehmen, indess die mebrsten andern an einige feste Verhältnisse unabänderlich gebunden sind. Sollten wir daher nicht berechtigt seyn, diese beiden so wesentlich von einander verschiednen Klassen von Vereinigungen durch zwei verschiedene Benennungen von einander zu unterscheiden, und den erstern den Namen *Verbindungen* (*combinaisons*) im engern Sinne vorzubehalten, für die letztern aber den Namen *Zergehungen* (*disolutions*) zu brauchen? Als den Charakter der *Verbindungen* würden wir also Vereinigung nach wenigen festen Mischungs-Verhältnissen anzusehn haben, und als Charakter der *Zergehungen*, Vereinigung nach progressiven unmerklich in einander übergehenden Verhältnissen, mehrentheils innerhalb bestimmter Gränzen. Eine solche Unterscheidung zwingt uns

weder zu läugnen, daß diese beiden Klassen von Vereinigungen Resultate einer und derselben, das heißt nach einerlei Gesetz wirkenden, chemischen Kraft sind; noch bringt sie die Nothwendigkeit mit, die Verbindungen für Ur-Vereinigungen zwischen Grundstoffen, und die Zergehungen für secundäre Vereinigungen zwischen schon gebildeten Verbindungen auszugeben. Ja sie liegt, täusche ich mich nicht, in der That schon in der Lehre der chemischen Statik, hat gleich Berthollet eine solche Unterscheidung nicht anerkennen wollen, und sie noch weniger durch das hier angegebene Merkmal herausgehoben, von dem er damals nicht glaubte, daß es der Natur gemäß sey. Proust aber dürfte sie willig als diejenige anerkennen, welche ihm vorschwebte, als er die Zergehungen von Schwefel-Spiessglanz in Spiessglanz-Oxyd, oder von mehrern Schwefel-Metallen eins in das andere oder in Arsenik, von den directen Verbindungen der Elemente dieser Zergehungen unterschied, — und dadurch die Räthsel der Spiessglanz-Präparate, der Fahlerze, der Kobalterze, und anderer, sehr einfach und glücklich löste, wenn er gleich diese Unterscheidung selbst durch unrichtige Merkmale bezeichnet hat.

Wenn daher ein ausgezeichnete Physiker *) urtheilt, „Proust habe, um alle Oxyde [und „Schwefel-Metalle], die dasselbe Metall unter ver-

*) Gay-Lussac in diesen *Annal. d. Phys.* B. 36. S. 7.

„schiednen Bedingungen hervorbringt, auf zwei zurückzuführen, sich gezwungen gesehn, durch eine „verführerische Idee verleitet, Grundsätze aufzustellen, welche der Physik entgegen sind,“ so kann ich das nicht unbedingt, sondern nur unter den Modificationen unterschreiben, welche aus dieser Auseinandersetzung hervorgehn. Auch glaube ich hier noch darauf hindeuten zu dürfen, daß die beiden Klassen chemischer Vereinigungen, — die Verbindungen nach festen, die Zergehungen nach veränderlichen und unbestimmten Mischungs-Verhältnissen, — welche Berthollet nicht anerkennen wollte, vielleicht auf eine viel bestimmtere Verschiedenheit in der sie veranlassenden Ursache beruhen, als sich in der Darstellung Berthollets von den Modificationen der Wirkungen der allgemeinen chemischen Kraft durch fremde Ursachen, aufgenommen und angedeutet findet *).

Ich habe bis hierher nur von Proust's Versuchen über die Mischungs-Verhältnisse der Metall-Oxyde und der Schwefel-Metalle, und von den Lehren gehandelt, welche er an sie angereicht hat. Wie man auch über diese letzteren denken mag, immer muß man von ihnen sorgfältig die unmittelbaren Resultate aus jenen zahlreichen und fast vollständigen Versuchen des Madriter Chemikers

*) Ich hatte, als ich dieses schrieb, Dalton's neue Hypothese über die Natur der chemischen Verbindungen vor Augen, die es meine Absicht war, am Ende dieser Abhandlung darzustellen und kritisch zu beleuchten.

unterscheiden; ihnen ist die Bestimmung aller Naturkündiger, selbst, wie es scheint, die des Hrn. Berthollet nicht ausgenommen, allmählig und immer mehr geworden, je länger und sorgfältiger man diese Gegenstände geprüft hat.

Wir verdanken Proust noch Eine Reihe wichtiger Untersuchungen über chemische Verbindungen, und zwar über eine dritte Klasse derselben, nemlich über die *Metall-Salze*, über die Verbindungen der Säuren mit den Metall-Oxyden. Er zeigte, daß auch sie, wie er sich ausdrückt, dem Gesetze der festen Proportionen unterworfen sind, das heißt, daß jede Säure sich mit demselben Metall-Oxyde nur nach einem einzigen oder nach sehr wenigen festen, keineswegs aber nach unbestimmten und progressiven Verhältnissen, zu Metall-Salzen vereinigt. Vorzüglich kam es ihm jedoch in dieser Untersuchung darauf an, den Zustand und den Oxydationsgrad der Oxyde aller Salze aus einerlei Metall zu ergründen, um dadurch seine Lehre von den Metall-Oxyden und von den festen Mischungs-Verhältnissen derselben zu prüfen und immer besser zu begründen; und in so fern gehören diese Versuche zu denen über die Metalloxyde, als ein wesentlicher Theil *). Nebenbei entdeckte er die Metalloxyd-

*) Auch sie finden sich in vielen einzelnen Aufsätzen im *Journ. de Phys.* und in den *Annal. de Chimie* zerstreut, die theils einzelne Metallsalze, theils die ganze chemische Geschichte eines Metalls zum Gegenstande haben, und größtentheils in dem *Journal für Chemie* übersetzt sind.

Hydrate, indem er fand, daß die Metall-Oxyde durch chemische Vereinigung mit Wasser unterscheidende Charaktere annehmen, die ihnen selbst in den Verbindungen mit den Säuren bleiben.

Herr Proust hat also das große Verdienst, durch entscheidende Versuche dargethan zu haben, daß alle drei Klassen von Verbindungen, die von ihm untersucht worden sind, die Verbindungen nemlich der Metalle mit dem Sauerstoff, mit dem Schwefel und mit den Säuren, keineswegs, wie man es bis dahin geglaubt hatte, Vereinigungen nach unzählig vielen, innerhalb gewisser Gränzen enthaltenen, progressiven Verhältnissen, — sondern Verbindungen nach wenigen festen und unabänderlichen Mischungs-Verhältnissen sind. Und dieses war ein großer und wichtiger Schritt in der Kenntniß der chemischen Vereinigungen. Zu noch höherer Gesetzmäßigkeit, so fern sie sich in diesen festen Verhältnissen offenbart, sich zu erheben, war vielleicht damals noch zu früh, vielleicht auch nicht im Geiste des eigentlichen und praktischen Chemikers. Hier aber vorzüglich hat der scharfsinnige Madrider Chemiker Anderen, welche die Gesetze in den festen Mischungs-Verhältnissen selbst in das Auge faßten, eine reiche Erndte von überraschenden Entdeckungen übrig gelassen, die sich besonders fruchtbar zeigt, seitdem durch Davy's Genie die Alkalien und Erden zerlegt worden sind, und sich in Metall-Oxyde von festen Mischungs-

Verhältnissen umgestaltet finden. Und diese Gesetze sind es, zu denen mich nun die Ordnung der Untersuchung führt.

4. R i c h t e r.

Stöchiometrie; Neutralitäts-Gesetze zwischen Säuren und Basen; Gesetz der sogenannten doppelten Verwandtschaft; Neutralitäts-Reihen und deren Form.

Unser Landsmann J. B. Richter, der zuerst als Bergsecretair und Bergprobirer zu Breslau, dann als Assessor der Bergwerks-Administration und Arcanist an der Porcellainfabrik zu Berlin lebte, wo er am 4ten April 1807 starb, — ein Mann von vieler Arbeitsamkeit, doch von mehr Phantasie und wissenschaftlichem Enthusiasmus, als von hellem Blick und geordnetem Wissen, hatte für die Idee einer mathematischen Chemie zu einer Zeit sich erwärmt, als er weder von Seiten der Chemie, noch von der der Mathematik im Besitze hinlänglicher Mittel war, eine solche Idee zu verwirklichen. Er griff indess die Sache kecklich an; je dunkler das ganze Feld war, desto mehr wurde sein Eifer durch jeden einzelnen Lichtstrahl, den er zu erblicken glaubte, angefacht, und so erschienen von ihm, von seiner Inaugural-Dissertation an *), allmählig zwei Reihen von Schriften, in denen er sich wiederholt in diesem schwierigen Felde versucht hat **), — zwar

*) *De usu matheseos in chymia, Regiom. 1789.*

**) *Anfangsgründe der Stöchiometrie, oder Messkunst chymischer Elemente, von J. B. Richter, d. W. W. D., Th. I., die reine Stöchiometrie, Breslau 1792.*

mit einer Unerfahrenheit in der Kunst, ein lesbares Buch zu schreiben, und einem gewissen Eigensinn und Pedantismus in Darstellung, Sprache und Ansicht, welche den Leser abschrecken müssen, und mit einer nicht zu billigenden Schnelligkeit und Zuversicht im Aufstellen von neuen Geletzen, und im Erblicken von Progressionen in der Natur, — doch dessen ungeachtet nicht ohne allen Erfolg. Seine zusammenhängenden und mühsamen Arbeiten gehen denen der Herren Berthollet und Proust um viele Jahre voran, gehören aber in dieser historisch-kritischen Darstellung, ihrem Inhalte nach, erst hierher. Seine Meßkunst chemischer Elemente dreht sich nemlich ganz um das Gesetzmäßige in den festen Mischungs-Verhältnissen der Säuren mit den alkalischen und erdigen Basen und mit den Metall-Oxyden. Diese Verhältnisse in einander entsprechenden Sättigungs-Zuständen, — namentlich in den Neutralsalzen von constanten Eigenschaften, — durch Versuche zu bestimmen, darin Gesetze aufzu-

D d 2

gr. 8. XLIV u. 236 S. *Th. I. Abschn. 2. die reine Thermimetrie und Phlogometrie*, 1794, XX u. 180 S. *Th. II. und Th. III. die angewandte Stöchyometrie*, 1793, XXII, 340, und XVI, 363 S. m. 2 Kpftln. (Ladenpreis 4 thlr. 22 gr.) *Ueber die neuern Gegenstände der Chymie, von J. B. Richter. Fünf Stücke.* Breslau 1792 bis 1802. gr. 8. Jedes Stück macht ein Bändchen aus, und von Stück 4, 1795, an, dieses eingeschlossen, sind sie alle stöchyometrischen Inhalts, und schliessen sich als Fortsetzungen an das erstere Werk an. Von diesem nimmt indess Hr. Richter selbst im eilften Stücke (S. VIII) einen grossen Theil des Inhalts zurück.

finden oder die gefundenen zu bewähren, und mittelst ihrer in der mathematischen Chemie weiter vor zu schreiten, ist der Inhalt seiner gesammten stöchiometrischen Bemühungen. Gesetzt also, es gäbe in den chemischen Verbindungen gar keine festen Mischungs-Verhältnisse, oder doch deren nicht mehrere, als die chemische Statik annimmt, so würde Richter's Stöchiometrie ohne alle oder wenigstens ohne große Bedeutung seyn. Daß man den Zufall der veränderlichen Verhältnisse zur Grundlage des Systems der Chemie erwählen könne, wie es Hrn. Berthollet von Hrn. Proust Schuld gegeben wird, davon scheint Richter so wenig eine Ahnung gehabt zu haben, daß er nicht einmahl auf die verschiedenen Grade der Oxydation, deren die Metalle fähig sind, Rücksicht nimmt. Erörterungen, wie die zwischen den HH. Berthollet und Proust verhandelten, welche ich hier kurz dargestellt habe, mußten daher vorangehn, ehe man es der Mühe recht werth halten konnte, sich in das Dunkel der stöchiometrischen Speculationen des sel. Richter zu versenken, bei denen ein Hauptpunkt, mit welchem man vorläufig im Reinen seyn mußte, ganz unerörtert geblieben war.

Schon vor Richter hatten sich Bergmann, Wenzel und Kirwan mit den Mischungs-Verhältnissen der alkalischen und erdigen Salze mit großem Fleisse und damals schwer zu übertreffender Genauigkeit beschäftigt. Besonders

hatte sich letzterer wiederholt bemüht, durch Ausmittelung der wahren Säure-Masse in den für sich nicht ohne Wasser darstellbaren Säuren feinen Bestimmungen Zuverlässigkeit zu geben*). Hr. Richter überzeugte sich indess bald, daß die Arbeiten dieser Chemiker, der großen Sorgfalt ungeachtet, welche auf sie gewendet worden war, doch zur Grundlage einer Meßkunst der chemischen Elemente nicht brauchbar sind, und daß er sich entschliessen müsse, die Fundamental-Verfuche selbst anzustellen. Der reine Theil seiner Stöchiometrie sollte hierzu die Wege ebenen, und der angewandte Theil der Ausführung der Arbeit bestimmt seyn. In jenen Theil trug er indess des Unnöthigen so viel hinein, und der unbrauchbaren, überflüssigen, oder leichter zu erlangenden endlosen Formeln so manche, daß ich diejenigen bedauere, welche im Gefühl ihrer Schwäche in der Mathematik diese feine Stöchiometrie nicht durchblättert, sondern durchstudirt haben. Die beiden Theile der angewandten Stöchiometrie und die daran sich reihenden Stücke über die neuern Gegenstände der Chymie beschäftigen sich mit der Ausmittelung der Neutralitäts-Verhältnisse der alkalischen und erdigen Basen, zuerst mit der Salzsäure und der Schwefelsäure**),

*) Bestimmung des Antheils an wahrer Säure in den drei ältern mineralischen Säuren und ihren Neutralsalzen, von Kirwan, ausgez. aus den *Transact. of the Irish Acad.* in diesen *Annal. der Physik* B. XI. S. 266 — 287.

**) In Theil 1. der angewandten Stöchiometrie 1793.

dann mit der Salpeterfäure *), mit der Flusssäure **), mit den Pflanzen- und thierischen Säuren und mit der Kohlenfäure ***) und endlich mit der Phosphorfäure †); und darauf erst wendete sich Hr. Richter zu den Neutralitäts-Verhältnissen der Metall-Salze ††). Er theilt hier überall das Detail seiner Versuche und Rechnungen mit, durch welche er allmählig zu zuverlässigen und ziemlich vollständigen Neutralitäts-Reihen gelangt zu seyn glaubt; diese weitläufige und schwierige Arbeit hat ihm indess den Beifall der Chemiker nicht in dem Grade erworben, als er hoffte, woran einige Lieblings-Speculationen, mit denen er sie untermischte, und der nicht unverschuldete Zweifel an der Genauigkeit seiner Versuche Schuld zu seyn scheint.

Die Gewichtsmengen aller alkalischen und erdigen Basen, welche einerlei Menge einer gewissen Säure, z. B. 1000 Gewichtstheile Schwefelsäure, neutralisiren, bilden eine Reihe von Zahlen, welche ich mit Hrn. Richter die *Massen-Reihe*, oder auch die *Neutralitäts-Reihe* der Basen für diese Säure

*) In Theil 2, 1793.

**) Ueb. d. neuern Geg. d. Chym. Stück 4, vorzügl. üb. die Flusssäure und die neu entdeckte Ordnung chymischer Elemente, 1795.

***) Das. Stück 6, üb. die Neutralitäts-Ordnung verbrennlicher Säuren, 1796.

†) Das. Stück 10, 1800. S. 207. f.

††) Das. Stück 8, üb. die Verhältn. der Strontian-Erde und quantitative Ordnung der Metalle, 1797; fortgesetzt in Stück 9, 1798, und in Stück 10, 1800.

nennen will. Er findet, daß je zwei dieser Reihen, für zwei verschiedene Säuren, Progressionen von Zahlen bilden, welche einander proportional sind, und sich also in ihrem gegenseitigen Verhältnisse und in ihrem Fortschreiten durch einerlei Zahlenreihe darstellen lassen. Dasselbe muß also auch von den Massen-Reihen der Säuren für die Basen gelten, welche sich aus jenen durch eine einfache Berechnung folgern lassen *); auch sie sind folglich Reihen einander proportionaler Zahlen, und lassen sich für alle Basen durch einerlei Zahlenreihen ausdrücken.

Hr. Richter führt hierfür den Beweis hauptsächlich durch Zerlegungen durch doppelte Wahlverwandtschaft. Er fand nemlich in allen seinen Versuchen, daß, wenn die beiden alkalischen oder erdigen Salze, welche sich durch sogenannte doppelte Wahlverwandtschaft zersetzen, zuvor neutral waren, sie auch nach dem Wechsel ihrer Bestandtheile wieder neutrale Verbindungen bildeten**), und es entgingen ihm die Schlüsse nicht, die sich hieraus über die Proportionalität der Sättigungs-Capacitäten der Säuren für die Basen ziehen lassen. Diese Erfahrung, und der Beweis (*a priori*, wie er ihn nennet), daß, wenn alle Salze einer Säure sich mit allen Salzen der andern Säuren dieser

*) Vergl. reine Stöchiometrie S. 177. f.

**) Dieses hatte indess schon früher Wenzel bemerkt, dessen Arbeiten mit denen Bergmann's gleichzeitig sind, und dessen Analysen, die Kirwan's und Richter's, nach Hrn. Berzelius Urtheil, an Genauigkeit weit übertreffen.

Erfahrung gemäß zeretzten, alle Säuren durch proportionale Mengen der Basen neutralisirt werden müßten, trug er zum ersten Male vor in dem vierten Stücke seines zweiten Werks (1795), S. 66., unter der Ueberschrift: *Lehrsatz, die quantitative phymische Ordnung betreffend.* Folgende Darstellung dürfte der Sache am angemessensten seyn:

Gesetzt es zeretzen sich durch ihre gegenseitige Einwirkung, von zwei neutralen Salzen, die man in Wasser aufgelöst (und wenn es nöthig ist heiß) zusammengießt, so viel des erstern als A Gewichtstheile einer Säure und a einer Basis enthält, mit so viel des zweiten als aus B Gewichtstheilen einer andern Säure und b einer andern Basis besteht, und die beiden neu entstehenden Verbindungen Ab und Ba sind wiederum neutral; so müssen offenbar die Massen A der ersten und B der zweiten Säure einerlei Sättigungs-Capacität sowohl in Hinsicht der ersten als der zweiten Basis haben; denn beide werden sowohl durch a Gewichtstheile der ersten, als auch durch b Gewichtstheile der zweiten Basis neutralisirt. Fände also für das erste neutrale Salz Aa , und für andere $B'c$, $B'd$, $B''e$ etc., aus der zweiten Säure und andern Basen bestehend, dasselbe Verhalten bei doppelten Zeretzungen Statt, und würden dabei auch Ac , $B'a$ und Ad , $B'a$ und Ae , $B''a$ und so ferner, wieder neutrale Verbindungen; so müßten offenbar B , B' , B'' , B''' etc. einerlei Mengen der zweiten Säure seyn, da sie jedesmahl a Gewichtstheile des ersten Alkali's neutralisirten, und

folglich müßten die Massen *A* der erstern und *B* der zweiten Säure im Zustande der Neutralität einerlei Sättigungs - Capacität für die Gewichtsmengen *a*, *b*, *c*, *d*, *e* der fünf Basen haben. Die beiden Massen-Reihen dieser fünf Basen für einerlei Gewichtsmenge der beiden Säuren müßten also aus einander proportionalen Zahlen bestehen; und umgekehrt müßten in den Massen-Reihen der Säuren für diese fünf Basen jene beiden Säuren durch proportionale Zahlen in allen fünf Reihen dargestellt werden. Zersetzte sich nun dasselbe Neutralsalz *Aa*, oder irgend ein anderes der erstern, oder der zweiten Säure, eben so mit allen Neutralsalzen der Säure *C*, daß wiederum neutrale Verbindungen entstünden, so ließen sich diese Schlüsse auch auf die Massen-Reihe der Basen für die Säure *C* erweitern, und so ferner.

Aber nicht je zwei neutrale Salze, sondern verhältnißmäßig nur eine kleine Zahl derselben zersetzen sich durch sogenannte doppelte Wahlverwandtschaft. Dadurch wird die Kraft dieses Beweises gar sehr beschränkt, und das Gesetz der Neutralitäts-Reihen läßt sich durch ihn nicht begründen. Herr Richter hat die Mischungs-Verhältnisse vieler Neutralsalze durch directe Versuche bestimmt, und theils manche andere nicht wohl zu ergänzende Lücken in den Neutralitäts-Reihen durch Berechnungen nach solchen doppelten Zerlegungen mit Neutralität, ausgefüllt, theils mittelst ihrer feine Bestimmungen eine durch die andere geprüft und be-

richtigt, so daß alle Massen - Reihen der Basen für die Säuren, wie er sie durch Zahlen giebt, welche sich auf 1000 Gewichtstheile der Säure beziehen, einander proportionale Fortschreitungen bilden. Folgende kleine Tabelle stellt die Resultate dieser seiner Arbeiten dar, wie er sie nach wiederholten Berichtigungen zuletzt gegeben hat*); sie bedarf nach dem hier auseinandergesetzten keiner weiteren Erläuterung.

<i>Neutralitäts - Reihe</i> der <i>Basen</i> für die <i>Säuren</i> nach Richter (a, b, c, d - - -)		<i>Neutralitäts - Reihe</i> der <i>Säuren</i> für die <i>Basen</i> nach Richter (A, B, C - - -)	
	Gewichtstheile		Gewichtstheile
Thonerde	525	Flusssäure	427
Magnesia	615	Kohlensäure	577
Ammoniak	672	Fettsäure	706
Kalk	793	Salzsäure	712
Natron	859	Sauerkleesäure	755
Strontion	1329	Phosphorsäure	979
Kali	1605	Ameisensäure	988
Baryt	2222	Schwefelsäure	1000
		Bernsteinsäure	1209
		Salpetersäure	1405
		Elligsäure	1480
		Citronensäure	1583
		Weinsteinsäure	1694

Ist Hrn. Richters Verfahren gültig, und hat er seinen Versuchen die unentbehrliche Genauigkeit gegeben, so hätten wir also durch diese seine Bemühungen der Natur eine neue Seite abgewonnen. In den Verbindungen der Säuren mit den alkalischen und erdigen Basen herrschten nicht nur feste

*) Sie ist entlehnt aus Fischer's Uebersetzung von Berthollet Ueber die Gesetze der Verwandtsch. in der Chemie, Berlin 1802, S. 232, und findet sich auch in dem *Essai de statique chimique* Vol. 1. p. 136.

und unveränderliche Neutralitäts-Verhältnisse, wie sie Bergmann, Kirwan und andere angenommen und aufgesucht hatten, sondern es träte in ihnen auch ein wesentlicher Zusammenhang und eine Gesetzmäßigkeit hervor, welche diese scharfsinnigen Naturforscher nicht einmal ahneten, und die zuerst hervorgezogen zu haben, Herrn Richter zum bleibenden Verdienste gereichen würde, sollte sie die Probe bestehn.

Es sey mir erlaubt dieses Gesetz der Kürze halber das *Gesetz der Neutralitäts-Reihen* zu nennen; es lautet: „die Gewichtsmengen der alkalischen und erdigen Basen, welche einerlei Menge einer Säure neutralisiren, bilden für alle Säuren einander proportionale Zahlenreihen, und lassen sich also durch Eine Zahlenreihe darstellen; und dasselbe gilt umgekehrt für die Neutralitäts-Reihen der Säuren in Beziehung auf die Basen.“

Mit diesem Gesetze hängt, wie Richter ebenfalls zuerst gezeigt hat, nothwendig ein zweites zusammen, welches ich das *Gesetz der doppelten Wahlverwandtschaften* nennen will, und das in folgender Auslage besteht: „Wenn zwei neutrale alkalische oder erdige Salze sich durch doppelte Wahlverwandtschaft zersetzen, so sind die neuentstehenden Salze wiederum neutral.“

Hr. Richter glaubte in den chemischen Verbindungen der Körper, die zu einer Art gehören, noch ein drittes Gesetz zu entdecken, welches er die *Quantitative Ordnung* oder das *Gesetz der*

Proportionen nennt. Ihm zufolge bilden nemlich die Säuren in ihrer Neutralität mit den Basen eine geometrische Reihe, die Basen dagegen in ihrer Neutralität mit den Säuren eine arithmetische Reihe, und zwar sollen die eigentlichen Alkalien und die alkalischen Erden zwei verschiedene arithmetische Progressionen ausmachen *). Bei seinen spätern Untersuchungen wollte er in andern Verbindungen Progressionen von noch andern Formen sehen, z. B. in den Verhältnissen, wornach der Sauerstoff mit den nicht-metallischen einfachen verbrennlichen Körpern in Verbindung tritt, eine Fortschreitung nach Trigonalzahlen. Er ging hierin so weit, daß er nicht nur jeder Gattung chemischer Grundstoffe eine eigne quantitative Neutralitäts-Ordnung zuschrieb, sondern das Wesentliche des ganzen chemischen Systems in dergleichen Progressionen setzen wollte, und sie insbesondere für das wahre Fundament der rechnenden Chemie erklärt.

Es ist nun die Sache der Kritik zu entscheiden, ob diese Gesetze wirklich in der Natur sind, oder ob wir sie für bloße Erzeugnisse der Phantasie und unrichtiger, mit vorgefaßter Meinung angestellter und mit Willkühr nachgeholfener Versuche zu nehmen haben. Eine Untersuchung, bei der wir nicht vorsichtig und streng genug verfahren können, da die Wissenschaft durch nichts leichter in Verwirrung gesetzt und zu der poetischen Physik der Al-

*) Ueb. d. neu. Gegenst. d. Chemie St. 6. S. 187 f.

ten und der Scholastiker zurück geführt werden könnte, (liesse sich dieses bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse überhaupt denken,) als durch vorgebliche Naturgesetze, welche phantasiereiche Bildener aus der Luft herabgeholt, und geltend zu machen gewußt hätten. Die neuesten Arbeiten vortrefflicher Chemiker setzen mich glücklicher Weise in den Stand, diese Richter'schen Gesetze einer schärfern Prüfung zu unterwerfen, als bisher geschehen ist.

5. Kritik der Richter'schen stöchiometrischen Gesetze und seiner Versuche, sofern sie die Verbindungen der Basen mit den Säuren betreffen. Berührung seiner stöchiometrischen Sätze von den Metallsalzen.

Schon Hr. Richter bemerkte, daß uns das Gesetz der doppelten Wahlverwandtschaften (wie ich es nenne) einen vortrefflichen Prüfstein der Mischungs-Verhältnisse der Neutralsalze an die Hand giebt, und zeigte, daß weder Bergmann's noch Kirwan's Bestimmungen dieser Verhältnisse, in einer solchen Prüfung bestehen, und daß sie daher nicht richtig seyn können*). Auf dieselbe Art wies, ein paar Jahre später, Herr Guyton de Morveau nach**), daß Kirwan's Angaben von 1791 nicht unter einander übereinstimmen, weil, wenn

*) Ueb. die neuen Geg. der Chemie St. 4. S. 69 und St. 7 S. 94.

**) In einer im J. 5 (1797) in dem National-Institute vorgelesenen Abhandlung, aus der ein Auszug in den *Annales de Chimie* 1798. t. 25. p. 292 steht.

man diesen Angaben gemäß den Erfolg der Zerlegung zweier Neutralsalze durch sogenannte doppelte Wahlverwandtschaft berechnet, die Berechnung stets eine bedeutende Menge freier Säure oder freier Basis neben den neuentstehenden neutralen Verbindungen giebt, ganz gegen die Erfahrung; welches er für ein noch unbenutztes Mittel der Prüfung hielt. So z. B. würden, wenn man so viel salzsauren Baryt, oder so viel schwefelsaures Kali, als 100 Theile Säure enthalten, erstere durch schwefelsaures Natron, letzteres durch salpetersauren Kalk zersetzte, im erstern Falle 16,71 Theile Salzsäure, und im zweiten Falle 64,87 Theile Salpetersäure frei und ungebunden bleiben, wären Kirwan's Angaben der Mischungs-Verhältnisse dieser Salze richtig. Guyton fand aber in beiden Fällen nach dem Wechsel der Bestandtheile völlig neutrale Zustände, ohne alle freie Säure; selbst im zweiten Falle zeigte die Flüssigkeit weder sogleich, noch concentrirt, noch nach dem Kristallisiren die geringste Spur freier Säure. Derselben Beweisart bedient sich Herr Berthollet in seiner chemischen Statik *) um darzuthun, daß mit so großer Sorgfalt Kirwan auch die Neutralitäts-Verhältnisse der Salze aufgesucht habe, doch auch seine neuesten Angaben nicht richtig sind. Bei dieser Gelegenheit versichert er, „in allen Versuchen,

*) *Essai de stat. chim.* T. 1. sect. 1. Ch. 5, *de la capacité comparative de saturation des acides et des alcalis*, p. 117.

„die er über Zersetzungen durch sogenannte doppelte Wahlverwandtschaft mit verschiedenen Schwefelsäuren, schwefligsäuren, phosphorsäuren, sauerklee-säuren, essigsäuren und weinstein-säuren Salzen wiederholt angestellt habe, nach geschehenem Wechsel der Basen und nach Absonderung durch Niederschlag oder durch Kristallisation keine Veränderung in der Sättigung gefunden zu haben.“ Metallsalze und thonerdige Salze nimmt er aus, weil sie nie ganz neutral sind; doch führt er selbst an, daß je nachdem die Salze beide zuvor neutral waren, oder einen Ueberschuß an Säure oder Basis hatten, der Erfolg nach geschehener Wirkung Neutralität oder Ueberschuß an Säure oder Basis gewesen sey.

Durch diese bestätigenden Zeugnisse zweier Chemiker, die in allen ihren Arbeiten mit der größten Genauigkeit zu verfahren gewohnt sind, wird, wie ich glaube, das von mir sogenannte Gesetz der doppelten Wahlverwandtschaften, was die alkalischen und erdigen Salze betrifft, außer allen Zweifel gesetzt; und wir werden bald sehen, daß dieses Gesetz selbst noch von einem größern Umfange ist.

Die Richter'schen Angaben der Mischungsverhältnisse der alkalischen und erdigen Neutralsalze entsprechen diesem Gesetze. Dieses beweist indess für ihre Zuverlässigkeit sehr wenig, da sie mittelst desselben theils aufgefunden, theils verbessert worden sind; indess umgekehrt ihre Abwei-

chung von den Bergmann'schen und Kirwan'schen Bestimmungen ihnen zu keinem Tadel gereichen kann. Betrachtet man jedoch genauer die Versuche, durch welche Hr. Richter diese Mischungs-Verhältnisse unmittelbar aufzufinden gesucht hat, so wird man schwerlich geneigt, in sie viel Zutrauen zu setzen. Er hat sich nicht selten mit einem einzigen Versuche begnügt, und den mehren derselben lassen sich Unrichtigkeiten, ohne lange zu suchen, nachweisen. Sie sind folglich nicht dazu geeignet, das Gesetz der Neutralitäts-Reihen in seinem ganzen Umfange zu bewähren. Und dieses ist unstreitig die Ursache, warum die philosophischen Chemiker und Physiker sich in ihrem Urtheile über dieses Gesetz bis jetzt noch nicht bestimmt, und sich damit begnügt haben, die wichtigen Folgerungen, zu denen es uns berechtigen würde, nur anzudeuten, ohne auf sie einzugehen.

Seitdem ist indess ein ausgezeichnete Chemiker, dessen Arbeiten alle das Gepräge von Scharfsinn und tiefer Kenntniss tragen, und der durch eine Menge seiner mit Glück durchgeführten chemischen Untersuchungen hinlängliche Beweise von grosser Uebung und Zuverlässigkeit in der chemischen Analyse und Synthese gegeben hat, — Herr Professor Berzelius zu Stockholm, Mitglied der dortigen, um die Wissenschaften hoch verdienten Akademie — in seinen Forschungen auf Materien geführt worden, die mit den hier berührten in dem genauesten Zusammenhange stehen. Sie veranlass-

ten ihn die Neutralitäts-Verhältnisse der Salze und die Mischungs-Verhältnisse der Metallsalze und Metall-Oxyde aufs neue zu untersuchen, und diese Arbeit ganz von vorn wieder anzufangen, um unabhängig von den frühern Arbeiten dieser Art, und mit Gebrauch aller Hülfsmittel, welche ihm die Berichtigung und Erweiterung unserer Einsichten und die sehr vervollkommnete Kunst der chemischen Analyse an die Hand gaben, zu *Normal-Bestimmungen* von möglichster Vollkommenheit und Zuverlässigkeit zu gelangen. Seine Freundschaft hat die Resultate dieser seiner Arbeiten mir anvertraut, um sie den Naturforschern in meinen Annalen der Physik bekannt zu machen; und zwar die *erste* Reihe seiner Versuche in einer sehr vermehrten und verbesserten Uebersetzung aus dem Schwedischen *), die *fernern* in Original-Aufsätzen, von denen noch einige Handschrift sind, und erst in den folgenden Stücken erscheinen werden **). Diese Arbeiten dünken mir in jeder Hinsicht das Vollkommenste und Zusammenhängendste zu seyn, was in der Chemie bis jetzt in diesen Materien geleistet worden ist, genügen sie gleich ihrem Urheber noch immer nicht völlig ***); und in sofern scheinen sie sich zu einem ächten Prüfstein von Speculationen und zweifelhaften Erfahrungen in diesen Materien ganz ausdrück-

*) *Annal. d. Phys.* Jahrg. 1811. St. 3 und 4. Band 37. (od. Neue Folge. B. 7.) S. 249. 415.

**) Ebendaf. St. 6, oder B. 8. S. 161 und 227.

***) Ebendaf. B. 8. S. 162.

lich zu eignen. Berzelius selbst hat sie bisher nur benutzt, um die Gesetze, von denen wir weiterhin reden werden, fest zu begründen, und scheint sie mit den hier vorgetragenen Richter'schen Gesetzen noch nicht zusammen gestellt zu haben; desto sicherer werden wir uns ihrer zur Beurtheilung dieser letztern bedienen.

Ich habe in dieser Absicht die Neutralitäts-Verhältnisse der von Berzelius untersuchten alkalischen, erdigen und metallischen Salze, nach ihren letzten berichtigten Bestimmungen, aus seinen theils schon gedruckten, theils noch handschriftlichen Aufsätzen ausgezogen; sie aladann erst selbst einer prüfenden Berechnung nach dem Gesetze der doppelten Wahlverwandtschaft unterworfen, und darauf die nöthigen Berechnungen angestellt, um das Gesetz der Neutralitäts-Verhältnisse und die Richter'schen Versuche durch sie zu prüfen. Die interessanten Resultate dieser meiner Berechnungen lege ich hier den Physikern und Chemikern so kurz in einander gedrängt, als möglich, vor Augen.

A. Prüfung der Berzelius'schen Bestimmungen der Mischungs-Verhältnisse von Salzen nach dem Gesetze der doppelten Wahlverwandtschaft.

Es ist den Chemikern bekannt, daß *schwefelsaures Kali* und so auch *schwefelsaures Natron* sich mit *salzsaurem Baryt* durch sogenannte doppelte Wahlverwandtschaft zersetzen. Nun sind nach den gleich folgenden Bestimmungen des Hrn. Berzelius

in dem salzsauren Baryt mit 100 Theilen Salzsäure 281,84 Theile Baryt verbunden, und so viel Baryt erfordert um durch Schwefelsäure neutralisirt zu werden, $\frac{198}{100} \cdot 281,84 = 148,04$ Theile Schwefelsäure, alles dem Gewichte nach gerechnet. Aus den Bestimmungen des Hrn. Berzelius folgt ferner, daß wenn eine solche Menge Schwefelsäure mit Alkalien verbunden wird, sie von dem Kali $\frac{168}{100} \cdot 148,04 = 172,27$, und von dem Natron $\frac{77}{100} \cdot 148,04 = 115,03$ Gewichtstheile zur Neutralität bringt. Sind folglich die Bestimmungen des Hrn. Berzelius richtig, so müssen bei jenen doppelten Zersetzungen zugleich mit 100 Theilen Salzsäure entweder 172,27 Gewichtstheile Kali oder 115,03 Gewichtstheile Natron entbunden und frei werden. Nun aber lehren die in der zweiten der gleich folgenden Tafeln verzeichneten Resultate der Berzelius'schen Versuche, daß im neutralen Zustande 100 Gewichtstheile Salzsäure mit 173,48 Gewichtstheilen Kali oder mit 114,78 Gewichtstheilen Natron verbunden sind. Es stehen folglich, wie man sieht, die Mengen von Salzsäure und von Alkali, welche in jenen doppelten Zersetzungen, zu Folge der Berechnung nach den Berzelius'schen Bestimmungen, entbunden werden müssen, genau in dem Zahlverhältnisse, in welchem sie sich nach eben diesen Bestimmungen mit einander zu neutralen Salzen vereinigen. Denn der Unterschied zwischen 172,27 und 173,48 Theilen Kali und zwischen 115,03 und 114,78 Gewichtstheilen Natron, (welche erstere zu Folge

der Berechnung da sind, letztere zu Folge der Erfahrung erfordert werden, um 100 Theile Säure zu neutralisiren) ist so gering, daß er bei so schwierigen Versuchen nicht in Betracht kömmt. Diese Bestimmungen von Berzelius, nach denen wir hier gerechnet haben, bestehen also die Probe, da die Berechnung in beiden Fällen Neutralität giebt, wie die Erfahrung sie uns lehrt.

Ich führe nicht mehrere Berechnungen dieser Art an, weil die folgende Darstellung sie überflüssig macht.

B. Prüfung des Gesetzes der Neutralitäts-Reihen und der Richter'schen Angaben der Mischungs-Verhältnisse der alkalischen und erdigen Salze, durch Berzelius
Versuche:

Nach dem, was wir hier von der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Bestimmungen verhandelt haben, welche aus den wiederholten Versuchsreihen des Hrn. Berzelius über die Neutralitäts-Verhältnisse der Verbindungen der Säuren mit den Grundstoffen der Salze und mit den Metall-Oxyden, als Resultate hervorgehen, bedarf es zu einer solchen Prüfung mehr nichts, als daß wir diese Resultate tabellarisch zusammenstellen, und ihnen zur Vergleichung die Richter'schen Bestimmungen beifügen.

In der ersten Spalte jeder der folgenden Tafeln finden sich die mittleren berichtigten Resultate aus den Berzelius'schen Versuchen, wie sie an den angeführten Stellen von Hrn. Berzelius selbst angegeben sind, für 100 Gewichtstheile jeder Säure.

Von den unklammerten, mit (*) bezeichneten Zahlen bei einigen Metallsalzen, bezieht sich stets die zweite Zahl auf die Metallsalze mit Ueberschüss an Basis, z. B. auf das basische schwefelsaure Kupfer u. s. f. Das Zeichen MS. zeigt an, daß die Angaben aus Abhandlungen des Hrn. Berzelius entlehnt sind, welche sich noch als Manuscript in meiner Hand befinden, und erst in den folgenden Stücken dieser Annalen erscheinen werden.

In den zweiten mit z. B. überschriebenen Spalten dieser Tafeln findet man für jede Säure, welche die Ueberschrift nennt, die Neutralitäts-Reihe der alkalischen und erdigen Basen (und einiger Metall-Oxyde, von welchen weiterhin die Rede seyn wird,) von mir auf die Zahl 100 für den Baryt *reducirt*, welches durch einfache Regel-de-tri-*mit* sätze, aus den daneben stehenden, von Hrn. Berzelius aufgefundenen Neutralitäts-Verhältnissen bewerkstelligt wird. Durch diese Reduction werden die Verhältnisse, worin die Zahlen jeder Reihe zu einander stehen; nicht verändert; und da in allen diesen *reducirten* Reihen der Baryt mit derselben Zahl, nemlich 100, eingeht, so läßt sich durch Vergleichung der Zahlen, welche in ihnen für dieselbe Basis steht, unmittelbar übersehen, ob sie einander proportional sind oder nicht, worauf es hier ankommt.

Tafeln, welche die Menge der Basen enthalten, mit welchen 100 Theile der Säuren im neutralen Zustande verbunden sind, nach den Versuchen des Hrn. Berzelius:

1) SCHWEFELSÄURE

100 Gewichtstheile mit

Gew. Theilen	f. Annal. N. F.	r. B.	R.	R. R.
190 Baryt	(B. VIII. 169)	100	222,12	100
116,38 Kali	170)	61,25	160,4	72,3
77,7 Natron	171)	40,89	85,8	38,6
71,4 Kalk	MS.	37,76	79,3	35,7
50,06 Magnesia	MS.	26,35	61,4	27,2
42,72 Thonerde	MS.	22,48	52,5	23,6
42,56 Ammoniak	MS.	22,40	67,2	30,3
279 Bleioxydul	(VII. 331)	146,84	315,3	141,9
105,23 Zinkoxydul	MS.	55,38	90,9	40,9
101,5 } Kupferoxyd. *)	(VII. 289)	53,42	97,7	44,0
65,5 } Eisenoxyd. *)	308)	34,47	84,1	37,9

2) SALZSÄURE

100 Gewichtstheile mit

Gew. Theilen	f. Annal. N. F.	r. B.	R.	R. R.
281,284 Baryt	(B. VIII. 169)	100	311,9	100
173,48 Kali	170)	61,68	225,5	92,3
114,78 Natron	171)	40,81	120,6	38,7
104,6 Kalk	172)	37,19	111,4	35,7
62,82 Ammoniak	173)	22,33	94,4	30,3
409,47 Bleioxydul	168)	145,36	440,5	141,2
425 Silberoxydul	166)	150,88	459,5	147,3
278,4 Kupferoxydul	(VII. 291)	98,78		
148,7 } Kupferoxyd. *)	291)	52,87	136,5	43,8

*) S. den Text vor den Tabellen.

3) SALPETERSÄURE

100 Gewichtstheile mit

Gew. Theilen			r. B.
140,36	Baryt	MS.	100
31,266	Ammoniak	MS.	22,47
<hr/>			
205,1 413	} Bleioxydul *)	MS.	146,12
			294,24

4) PHOSPHORSÄURE

100 Gewichtstheile mit

Gew. Theilen			r. B.
259,7	Baryt	(B. VIII. 201)	100
380,56	Bleioxydul	201)	146,51

5) KOHLENSÄURE

100 Gewichtstheile mit

Gew. Theilen			f. Annal.	r. B.
352,57	Baryt	(B. VIII. 169)		100
142,46	Natron	198)		40,4**
129,33	Kalk	198)		36,68
79,22	Ammoniak	199)		22,47**
<hr/>				
506	Bleioxydul	197)		143,23***

6) ESSIGSÄURE

100 Gewichtstheile mit

Gew. Thln			r. B.
62,1	Natron	(MS)	40,89†
55,74	Kalk	(MS)	36,7

7) WEINSTEINSÄURE

100 Gewichtstheile mit

Gew. Thln			r. B.
70,4	Kali	(MS)	61,25
164,87	Bleioxydul	(MS)	143,44

8) SAUERKLEESÄURE

100 Gewichtstheile mit

Gew. Thln			r. B.
45,28	Ammoniak	(MS)	27,4
296,6	Bleioxydul	(MS)	146,7

Vergleicht man nun mit einander die zu einerlei Basis gehörigen Zahlen in den zweiten, mit *r. B.* bezeichneten Spalten dieser Tafeln, welche die auf die gemeinschaftliche Zahl 100 für den Baryt reducirten Neutralitäts-Reihen der Basen für die einzelnen Säuren darstellen, z. B. die reducirte Neutralitäts-Reihe für die Schwefelsäure, mit der für die Salzsäure, oder für die Salpetersäure, oder für die Kohlensäure, so fällt es in die Augen, daß alle diese Reihen für dieselbe Basis einerlei Zahl enthalten, und es geht daher aus ihnen auf das Unverkennbarste hervor, daß alle Neutralitäts-Reihen der Basen für die Säuren, aus Zahlen bestehen, die einander proportional sind. Denn die Abweichungen zwischen den zusammengehörenden Gliedern in diesen reducirten Reihen sind über alle Erwar-

**) Diese Mischungs-Verhältnisse gehören den kohlenfauren Alkalien in dem Zustande an, in welchem man sie gewöhnlich für basische Salze hält; Hr. Berzelius schließt aus der Harmonie derselben mit den gleichartigen Zahlen in den andern Neutralitäts-Reihen, daß dieser Zustand als der wahre neutrale anzusehen ist, wenn gleich die kohlenfauren Alkalien in demselben auf Pflansenfarben alkalisch reagiren, indess man sie in demjenigen Zustande, in welchem sie völlig neutralisirt zu seyn scheinen, (und in welchem, nach seinen Versuchen, 100 Theile Kohlensäure nur mit 50 Theilen Natron und mit 39,45 Theilen Ammoniak verbunden sind,) für saure Salze nehmen müsse.

***) Diese Bestimmung beruht nur auf einem einzigen, beiläufig angestellten Versuche, und steht allen andern nach.

†) In diesen umklammerten Zahlen ist stets die oberste aus der mit *r. B.* bezeichneten Reihe der schwefelsauren Salze genommen, und die zweite ihr gemäß aus den daneben stehenden Zahlen berechnet worden.

tung gering, so daß sie nur von unvermeidlichen Unrichtigkeiten in den Versuchen herrühren können. Selbst die wenigen Glieder aus den Massen-Reihen für die Phosphorsäure und für drei Pflanzenläuren, in der 4. 6. 7. 8. Tafel, sind mit ihnen in völliger Harmonie. Ich glaube mich daher zu der Aussage berechtigt, daß durch diese Versuche das von Hrn. Richter zuerst aufgestellte *Gesetz der Neutralitäts-Reihen* für die Säuren und Basen auf eine überzeugende Weise *dargethan* ist. Doch schließt dieses den Wunsch nicht aus, diesen Beweis dadurch noch vervollständigt zu sehn, daß H. Prof. Berzelius die Wissenschaft mit immer mehreren, mit gleicher Sorgfalt angestellten Versuchen über die Mischungs-Verhältnisse der noch übrigen Salze bereichern möge.

Man sieht zugleich aus der Einerleiheit jener reducirten Massen-Reihen unter der Ueberschrift *r. B.*, daß alle Bestimmungen der Neutralitäts-Verhältnisse der alkalischen und erdigen Salze, welche wir von Hrn. Berzelius erhalten haben, dem *Gesetze der doppelten Wahlverwandtschaft* auf das genaueste entsprechen. Diese Neutralitäts-Verhältnisse sind also auch in so fern zuverlässige Grundlagen für weitere Forschungen, vorausgesetzt, daß sie nicht nach diesem Gesetze berechnet oder ausgeglichen worden sind, welches nach dem Detail der Versuche, das Hr. Berzelius auf eine nachahmungswürdige Weise, kurz und doch vollständig mitgetheilt hat, nicht der Fall zu seyn scheint. Die

mehrsten dieser Zahl-Bestimmungen sind Mittel aus vielen Versuchen, und sollten sie auch nicht, wie ihr Urheber anfangs glaubte, bis auf einige Tausendtel genau seyn *), so scheint doch wenigstens ihre Unrichtigkeit nur selten bis auf ein Hundertel zu steigen, einige wenige ausgenommen, welche auf einem einzigen Versuche beruhen.

(Ich habe in den Theilen der Tafel, welche sich auf die Schwefelsäure und auf die Salzsäure beziehen, die Neutralitäts-Reihen der Basen (und einiger Metall-Oxyde) für diese beiden Säuren, wie Richter sie zuletzt nach häufigen Verbesserungen gegeben hat **), in einer besondern mit *R* überschriebenen Spalte beigefügt.) Richter's Zahlen beziehen sich, wie die Kirwan's, auf Massen wahrer, d. h. wasserfreier, Säure, in welchem Zustande die stärkern mineralischen Säuren für sich nicht dargestellt werden können; daher sind alle seine Zahlen, welche die Mengen der alkalischen und erdigen Basen ausdrücken, die sich mit 100 Gew. Theilen einer Säure neutralisiren, größer als die Berzelius'schen Zahlen.

Unter *RR* steht die Richter'sche Massen-Reihe der Basen für die Schwefelsäure, und die für die Salzsäure, von mir auf dieselbe Art, wie die Berzelius'schen Reihen, auf das gemeinschaftliche Glied 100 für den Baryt reducirt, damit man mit einem Blick die Harmonie oder die Disharmonie

*) S. meine *Annalen* B. 37. S. 253.

**) Im 10ten Stück über die neuern Gegenstände der Chemie S. 173 u. 189.

der Resultate aus den Bestimmungen beider Chemiker übersehn könne. Die Richter'schen Neutralitäts-Reihen der Basen für die Säuren stimmen darin mit den Berzelius'schen überein, daß sie alle einander proportional sind, und daß daher die einzige reducirte Reihe unter RR gleichmäfsig für alle Säuren gilt *).

Hält man nun aber diese Reihe mit der unter *r. B* daneben stehenden Berzelius'schen Neutralitäts-Reihe der Basen für die Säuren zusammen, so fällt das Fehlerhafte der Richter'schen Versuche zur Bestimmung der Neutralitäts-Verhältnisse der Säuren und der Basen auf das deutlichste in das Auge; bei einigen steigt der Fehler bis auf den vierten Theil. — Die philosophischen Chemiker hatten daher nicht Unrecht, daß sie den Neutralitäts-Verhältnissen und den Massen-Reihen des Hrn. Richter nicht trauten, und daß sie sich keinen Speculationen hingaben, zu denen diese sie zu locken schienen. Jetzt erst wird es Zeit, hier weiter zu schreiten, besonders wenn Herr Berzelius seine Arbeiten mit gleichem Eifer und gleichem Glück noch wird weiter geführt haben.)

Dieses alles betraf die Neutralitäts-Reihen der Basen für die Säuren. Daß sich aus ihnen die Neutralitäts-Reihen der Säuren für die Basen auf eine leichte Art berechnen lassen, und daß auch diese allesammt einander proportional seyn müssen, wenn es jene unter einander sind, läßt sich bei ei-

*) Vergl. die Tafel auf S. 402.

nigem Nachdenken sehr bald übersehn. Durch eine einzige solche Neutralitäts-Reihe der Säuren für eine Basis lassen sich daher auch hier die Neutralitäts-Reihen der Säuren für alle übrigen Basen darstellen. In der folgenden Tabelle findet man die Neutralitäts-Reihen der Säuren für den *Baryt*, und also für alle Basen, wie ich sie aus den Bestimmungen des Hrn. Berzelius ausgezogen oder nach ihnen berechnet habe; und daneben unter *R* die Resultate aus den Bestimmungen des Hrn. Richter, und unter *RR* diese letztern auf dieselbe Masse der Schwefelsäure, welche in den Berzelius'schen Zahlen steht (52,63), reducirt.

Neutralitäts-Reihe der Säuren zu den Basen.

100 Gew. Theile <i>Baryt</i> werden neutralisirt nach Hrn. Berzelius Versuchen durch			<i>R.</i>	<i>RR.</i>
Gew. Theilen	J. Annal. N. F.			
71,25 Salpetersäure	MS		83,23	73,94
52,63 Schwefelsäure	(B. VIII. S. 169)		46	52,63
41,51 schwellige Säure	VII. — 275)			
38,51 Phosphorsäure	VIII. — 201)		44,06	51,52
35,54 Salzsäure	169)		32,04	37,48
28,56 Kohlenäure	169)		26	30,42

An wie großen Unrichtigkeiten die Richter'schen Versuche leiden, zeigt sich auch hier wieder auf einem Blick, wenn man die reducirten Richter'schen Neutralitäts-Zahlen unter *RR* mit den Berzelius'schen Zahlen vergleicht, von denen sie auch in ihren Verhältnissen unter einander sehr abweichen.

Ich füge hier noch eine zweite Tabelle über das Verhältniß bei, worin die Säuren sich mit dem *Blei-Oxydul*, nach Hrn. Berzelius's Versuchen, verbinden. Die Nachweisung der in dieser Tafel enthaltenen Zahlen steht in den Tafeln S. 414.; die für die salpetrige Säure sind noch MS.

Neutralitäts-Reihe der Säuren zu dem Blei-Oxydul...

Nach Hrn. Berzelius's Versuchen sind verbunden

100 Gew. Thle. von bestehenden Säuren mit <i>Blei-Oxydul</i>		folgende Gew. Thle. von bestehenden Säuren mit 100 Gew. Thln. <i>Blei-Oxydul</i>	mit 147,1 Gew. Thln. <i>Blei-Oxydul</i>
118,98 Gew. Thle.	arsenigte Säure	84,04	123,66
164,87	Weinsteinsäure	59,22	87,11
200	Citronensäure	50	73,55
205,1	Salpetersäure	48,75	71,72
237,5	Arseniksäure	42,11	61,95
279,5	Schwefelsäure	35,78	52,63
294,15	salpetrige Säure	34	50 *)
296,6	Sauerkleefäure	33,72	49,60
380,5	Phosphorsäure	26,28	38,66
409,17	Salzsäure	24,44	35,96
509	Kohlensäure	19,65	28,90

Die letzte Spalte in dieser Tafel dient zur unmittelbaren Vergleichung der Neutralitäts-Reihe der Säuren für den Baryt, (und überhaupt für die Alkalien und alkalischen Erden,) wie sie die vorige Tafel darstellt, mit den in dieser Tafel enthaltenen Mischungs-Verhältnissen der Säure mit dem *Blei-Oxydul*. Denn es werden 147,1 Theile *Blei-Oxy-*

*) Durch ein Versehen ist in dem Original das Mischungs-Verhältniß des überbasischen salpetrigsauren Bleioxydul statt des neutralen gesetzt worden, ein Irrthum, welchen ich hier verbessert habe.

dul von 52,63 Theilen Schwefelsäure (also von derselben Menge, als 100 Theile Baryt) gesättigt; daher bilden die Zahlen in dieser letzten Spalte eine auf dieselbe Masse der Schwefelsäure, als bei dem Baryt, reducirte Neutralitäts-Reihe der Säuren für das Blei-Oxydul, und lassen sich folglich unmittelbar mit denen in der ersten Spalte der Tafel für den Baryt zusammenhalten. Und hier zeigt sich eine so nahe Uebereinstimmung der einzelnen zusammengehörigen Glieder, daß es kaum zu bezweifeln ist, daß auch die Verbindungen der Säuren mit dem Blei-Oxydul dem *Gesetze der Neutralitäts-Reihen*, welches für Säuren und alkalische und erdige Basen gilt, unterworfen sind, und mithin auch dem *Gesetze der doppelten Wahlverwandtschaft* bei doppelten Zersetzungen mit den alkalischen und erdigen Salzen.

— Noch mehr fällt dieses in die Augen, wenn man in der tabellarischen Zusammenstellung der Neutralitäts-Reihen der Basen und einiger Metall-Oxyde für die Säuren, wie sie sich aus den Versuchen des Hrn. Berzelius ergeben, S. 414., die unter *r B* stehenden reducirten Massen-Reihen nachsieht. In ihnen allen tritt, für jede der dort aufgeführten Säuren, das Blei-Oxydul mit einerlei Zahl auf, (146 im Mittel,) oder vielmehr von dieser Zahl nur so wenig abweichend *), daß die Verschiedenheit lediglich aus den unvermeidlichen Fehlern der Ver-

*) Nämlich mit folgenden Zahlen: 146,84; 145,36; 146,12; 146,51; (143,23; 143,44;) 146,7.

suche entspringen kann. Auch das *Kupfer-Oxyd* bleibt in den reducirten Neutralitäts-Reihen für die Schwefelsäure und für die Salzsäure bei einerlei Zahl, sowohl im neutralen als im basischen Salze. Die Gesetzmäßigkeit, die wir hier für die Salze mit alkalischen und erdigen Basen dargethan haben, scheint sich daher auch auf die *Metall-Salze* zu erstrecken, welches noch Hr. Berthollet nicht glaubte *).

Hrn. Richter ist dieses nicht entgangen, als er sich in seinen stöchiometrischen Untersuchungen zu den Metallen wendete; nachdem er die Messkunst chemischer Elemente, wie sie in den alkalischen und erdigen Neutralsalzen sich verbunden zeigen, in ihrem ganzen Umfange erschöpft zu haben glaubte. Seine sogenannten phlogometrischen Betrachtungen, und seine Lehre von der quantitativen Ordnung der Metalle **), bestehen der Hauptsache nach in einer Erweiterung und Uebertragung seiner Gesetze der doppelten Wahlverwandtschaft und der Neutralitäts-Reihen, und seiner übrigen Speculationen, auf die Metall-Salze ***).

*) Vergl. oben S. 407.

**) Im 8ten und in den folg. Stücken *Ueber die neuern Gegenst. der Chemie*, welche von 1797 bis 1802 erschienen sind.

***) Die wenigen Glieder aus den Massen-Reihen der Metall-Oxyde für die Schwefelsäure und für die Salzsäure, welche ich in der ersten tabellarischen Zusammenstellung S. 414. in den Spalten R und R R beigefügt habe, zeigen hinlänglich, wie Hr. Richter auch die Metallsalze seinen beiden erwähnten Gesetzen für unterworfen hielt.

Hier aber öffnet sich zugleich eine neue Aussicht von weitem Umfange.

6. Uebersicht der noch übrigen Untersuchungen.

In allen Metallsalzen sind die Säuren mit Metall-Oxyden, also mit zusammengesetzten Körpern verbunden, die insgesamt Sauerstoff als einen Bestandtheil und als zweiten Bestandtheil einen einfachen verbrennlichen Körper, ein Metall, enthalten. Es entstehen hier also Möglichkeiten von Gesetzmässigkeit in der Zusammensetzung der Metallsalze, so fern wir sie mit der Zusammensetzung der Metall-Oxyde, welche ihnen zur Basis dienen, vergleichen. Ferner werden wir jetzt durch überzeugende Versuche belehrt, daß auch die Verbindungen der Metalle mit dem Schwefel an bestimmte und einfache Verhältnisse gebunden sind; eine Vergleichung dieser Verhältnisse mit denen, wonach die Metall-Oxyde und die Metall-Salze gemischt sind, giebt daher ebenfalls festen Abhängigkeiten und Gesetzen Raum. Aus noch höheren Gesichtspunkten erscheinen Gesetzmässigkeiten dieser Art, seitdem durch die Entdeckungen, durch die Herr Davy in London unser Jahrhundert verherrlicht hat, die Scheidewand fortgehoben ist, welche die alkalischen und erdigen Salze von den Metallsalzen für immer zu trennen schien; indem sich dieser grosse Physiker durch Entzifferung der Gesetze der chemischen Wirkungen der galvani-

fchen Elektricität *) im Besitz eines Zauberstabs sah, der ihm die elektrisch-chemische Natur der Körper, und insbesondre das Geheimniß der Zusammensetzung der Alkalien und der Erden enthüllte, und uns in ihnen Oxyde kennen lehrte von Metallen, die unter allen uns bekannten Körpern die größte Verwandtschaft zum Sauerstoff zu besitzen scheinen. Sollte es Hrn. Davy gelungen seyn, das bisher ungelöste Räthsel der Natur der Salzsäure, dem er seit einigen Jahren unermüdlich nachspürte, mit nicht minderem Glück gelöst zu haben, und sollte sich seine Lehre bestätigen, daß die Salzsäure und fast alle bisher für salzsauer gehaltene Verbindungen, nichts anders als Verbindungen eines chemisch-einfachen Körpers, der mit dem Sauerstoff in eine Klasse gehört, nemlich des oxygenirt-salzsauern Gas, mit Wasserstoff und mit verbrennlichen Körpern im nicht oxydirten Zustande sind **); so würde hierdurch abermals eine neue und reiche Quelle für Proportionalitäten in den festen Mischungs-Verhältnissen der Verbindungen eröffnet seyn, derjenigen nemlich, welche verbrennliche Körper mit oxygenirt-salzsauerm Gas und welche sie mit Sauerstoff eingehn.

Schon Bergmann hat eins der Gesetze, deren Möglichkeit uns diese Ueberlegungen zeigen, in der Natur wahrgenommen, und zwar das erste der hier angedeuteten, nemlich Proportionalität zwi-

*) Diese seine Arbeit enthalten die *Annalen* B. 28. S. 1. f.

**) S. gegenw. Band der *Annalen* S. 1. f.

schen der Mischung der zu einerlei Säure gehörigen Metall-Salze, und der ihnen als Basen dienenden Metall-Oxyde; er bemerkte sie, als er über die Erscheinungen nachdachte, die sich bei dem metallischen Niederschlage eines Metalls aus seinen Auflösungen, durch ein anderes Metall, zeigen, baute aber darauf nicht weiter*). Hr. Richter hat sich mehrere Jahre lang damit beschäftigt, diese Proportionalität durch genaue Versuche zu beweisen **); doch scheint es mir erst Hrn. Gay-Lussac in Paris gelungen zu seyn, das Gesetz, auf welches sie führt, in ein hinlänglich helles Licht zu setzen und durch überzeugende Beweise darzuthun ***). Dafs die Verbindungen gasförmiger Körper eines mit dem andern immer nur nach sehr einfachen Verhältnissen der Mischung und der Condensirung vor sich gehn, ist durch denselben genievollen Physiker sehr belehrend nachgewiesen †), und auf diese Art ein neuer Weg zur Einsicht in die wahre Natur der chemischen Verbindungen eröffnet worden. Die reichste Erndte in diesen Feldern des Wissens scheint indeß Hrn. Berzelius zugefallen zu seyn,

*) Vergl. oben S. 315.

**) Vergl. S. 423. Anm.

***) In seinen *Bemerkungen über eine Beziehung, in der die Oxydirung der Metalle und ihre Sättigungs-Capacität für die Säuren mit einander stehen*, in diesen *Annalen* J. 1811. St. 7. od. B. 38. S. 289.

†) In seiner *Abhandlung über die Verbindungen der gasförmigen Körper eines mit dem andern*, in diesen *Annalen* J. 1810 St. 9. od. B. 36. S. 6. f.

der von den stöchiometrischen Gesetzen Richter's ab, sich mit eben so viel Kraft als Kühnheit allmählig immer höher bis zu Gesetzen über die festen und einfachen Mischungs-Verhältnisse der Körper erhoben hat, welche er für die höchsten der chemischen Verbindungen hält, und in denen er die organische sowohl als die unorganische Natur umfaßt zu haben glaubt *).

Schon ist indess der Raum, der dieser akademischen Schrift bestimmt war, überschritten. Ich behalte es daher einer andern Zeit und Gelegenheit vor, diese merkwürdigen Gesetze auf eine ähnliche Art beurtheilend zu entwickeln, wie es mit den hier verhandelten geschehn ist, und zugleich einige nicht minder interessante Materien zu erörtern, welche ebenfalls zu den neuesten und verborgensten der philosophischen Naturlehre gehören, und auf die der Gang dieser Untersuchungen führt. Ich meine die von dem scharfsinnigen und kühnen Naturforscher Dalton erdachte und ausgebildete Corpuscular-Hypothese, welche die Einfachheit und Unabänderlichkeit der Verhältnisse, wonach die

Ff 2

*) In seinem Versuch, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der unorganischen Natur mit einander verbunden sind, in diesen *Annal.* J. 1811 St. 3 u. 4, B. 37. S. 249 u. 425. Erste Fortsetzung B. 38. S. 161; zweite und dritte Fortsetzung in den ersten Stücken des folgenden Jahrgangs. Ein summarischer Bericht von diesen seinen Untersuchungen, den er der Schwed. Akad. d. Wissensch. mitgetheilt hat, steht in dem *Schweigger'schen Journal* der Chemie B. 2, S. 297.

Körper sich miteinander verbinden, und das Gesetzmäßige hierin auf die einfachste Weise zu erklären scheint, und welche Davy in einem noch unbetretenen Felde der Forschung durch Rechnung Resultate gegeben hat, die mit seinen Versuchen harmoniren. Ferner die Lieblings-Hypothese des sel. Richter's, von arithmetischen, geometrischen, ja selbst nach den Trigonalzahlen fortschreitenden Progressionen, welche er in den Massen- oder Neutralitäts-Reihen der Basen und der Säuren, und in den Oxydations-Reihen der Metalle und der übrigen einfachen verbrennlichen Körper gefunden zu haben glaubt; Reihen, in denen dieser Physiker die quantitative Ordnung der chemischen Elemente und das wahre und einzige Fundament des ganzen chemischen Calculs suchte. Endlich, die Folgerungen, welche sich aus allen diesen Gesetzen ziehn lassen, zur Kenntniß der Kraft der Verwandtschaft selbst, und die Art, die Verwandtschaften in Zahlen auszudrücken und sie der Rechnung zu unterwerfen. — Ist indeß auch von dem Gemälde, das ich mir auszuführen vorgegesetzt hatte, hier erst ein Theil ausgemahlt; so darf ich mir doch schmeicheln, die Arbeit so weit geführt zu haben, daß die Untersuchungen der Herren Gay-Lussac und Berzelius unmittelbar in sie eingreifen, und daß sie schon jetzt als eine vollständige Einleitung zu dem Studium dieser Untersuchungen dienen kann.

II.

Versuche über die Menge von Schwefel, welche einige Metalle auf trockenem Wege verschlucken können,

VON

V A N Q U E L I N *).

Dafs wir über die Menge des Schwefels, welche sich mit Metallen im Schmelzen verbindet, von den Chemikern so sehr verschiedene Angaben erhalten haben, rührt unstreitig von ihrer Art zu operiren her, und von dem Grade der Hitze, dem sie die Mergungen ausgesetzt haben. — Plötzliche und starke Hitze entführt den grölsten Theil des Schwefels, besonders wenn ein Metall wenig schmelzbar und nicht sehr fein zertheilt ist; bei zu weniger Hitze kann dagegen unverbundner Schwefel zwischen den Zwischenräumen des entstandnen Schwefel-Metalls bleiben.

Doch auch abgesehn von diesen Ursachen von Irregularitäten, scheint es nicht zweifelhaft zu seyn, dafs dasselbe Metall sich mit verschiednen Mengen von Schwefel, nach Verschiedenheit der Hitzegrade,

*) Aus den *Annales du Mus. d'hist. natur.* t. 17. p. 16. frei übersetzt von Gilbert.

verbinden kann, die darauf einwirken, und dieses ist sicher die gewöhnlichste Quelle der Verschiedenheiten, die zwischen den hierher gehörigen Resultaten der Chemiker herrscht.

Ich habe bei allen meinen Versuchen den zum Schmelzen der Mengung nöthigen Hitzegrad, so gut als es möglich war, zu erreichen, und die Masse lange Zeit genug im Flusse zu erhalten gesucht, daß aller Schwefel sich von ihr abscheiden konnte. Es versteht sich, daß ich den Zutritt der Luft sorgfältig abhielt, indem ich in Retorten, und wo es nöthig war, in Tiegeln operirte. Jede Verbindung habe ich 3 bis 4 Mal hervorgebracht, und sehr abweichende Resultate bei dem Mittel nicht mitgenommen; die, aus welchen die Mittel gezogen sind, wichen von einander nie über 2 Hundertel ab.

Ich zerkleinerte die Metalle so weit es nur möglich war, vermengte sie mit 3 Mal so viel Schwefelblumen, als ich vorläufig wußte, daß sich mit ihnen verbinden würde, und bedeckte die Mengung unterwärts und oberwärts mit Schwefel. Waren die Schwefel-Metalle so schwer zu schmelzen, als die aus Eisen und Kupfer gebildeten, so pulverisirte und schmolz ich sie mit neuem Schwefel zu drei verschiedenen Malen.

Ich schätze mich glücklich, daß meine Resultate denen des Hrn. Proust von allen am nächsten kommen; nur beim Eisen weichen sie bedeutend von den seinigen ab, und davon werde ich die Ursache nachweisen. Es ist kaum nöthig hinzuzu-

fügen, daß diese Bestätigung der Arbeit des Hrn. Proust für die Chemiker und besonders für die Metallurgen, die es mehrentheils mit Schwefel-Metallen zu thun haben, nicht ohne Werth sey.

Es besteht	in 100 Gewichtstheilen aus			
	Metall	Schwefel	Metall	Schwefel
	nach	nach		nach
	Vauquelin			
Schwefel - Kupfer	78,69	21,31	78	22 Proust
Schwefel - Zinn	85,9	14,1	85	15 Pelleuier
Schwefel - Blei	86,23	13,77	86	14 Proust
Schwefel - Silber	87,27	12,73	85	15 Klaproth
Schwefel - Eisen	78	22	62,5	37,5 Proust
Schwefel - Spießglanz	75	25	74,1	25,9 Proust
Schwefel - Wismuth	68,25	31,75	{ 85 60	15 Wenzel
Schwefel - Manganes	74,5	25,5		40 Sago
Schwefel - Arsenik	57	43		*)

*) Votzüglich genaue Versuche über die Zusammensetzung einiger dieser Schwefel-Metalle, haben meine Leser in B. 7 und 8. der Neuen Folge dieser *Annalen* von Herrn Prof. Berzelius erhalten, der sie zum Behuf seiner Berechnungen über die Mischungs-Verhältnisse der Salze, als Normal-Analysen brauchen zu können wünschte, und auch diese mögen zum Vergleiche hier stehn:

enthält in 100 Theilen

Schwefel - Blei 86,44 Th. Metall 13,36 Th. Schwefel (B. 7. S. 326)

Schwefel - Silber 87,032 — — 12,968 — — (B. 8. S. 165)

Schwefel - Eisen

im Minimo 63 — — 37 — — (B. 7. S. 298)

Die beiden ersten Bestimmungen stimmen mit den Resultaten Vauquelin's so genau, als es sich nur erwarten läßt, überein; die dritte kömmt der Proust'schen Bestimmung sehr nahe. — In der Arseniksäure findet Hr. Berzelius auf 100 Theile Arsenik 51,428 Theile Sauerstoff. Mit 100 Theilen Blei verbinden sich nach ihm 7,7 Theile Sauerstoff und 13,36 Theile Schwefel. Berechnet man hieraus, auf seine Art, die Zusammensetzung des Arsenik-Schwefels im Maximo, so müßte dieser in 100 Theilen aus 52,84 Theilen Arsenik und 47,16 Theilen Schwefel bestehn.

Gilbert.

Schwefel - Manganes.

Ich nahm 7,25 Grammes trocknes kohlenlaures Manganes und eben so viel Schwefelblumen, mengte sie und erhitzte sie in einem Tiegel, in einem gewöhnlichen Ofen, fast 1 Stunde lang. Ich fand darauf in dem Tiegel eine schwammige grünliche Masse, die 5,6 Grammes wog, dem natürlichen Schwefel-Manganes vollkommen gleich, und mit schwacher Salpetersäure übergossen, viel Schwefel-Wasserstoffgas entband.

Als ich 8 Grammes kohlenlaures Manganes in einem Tiegel stark calcinirte, blieben 4,6 Gr. eines grau - grünlichen Oxyds zurück, das sich indess nicht ganz in schwacher Salpetersäure auflöste. Mit Schwefel behandelt, würden 8 Gr. kohlenlaures Manganes 6,18 Gr. Schwefel - Manganes gegeben haben; und da es dabei wenigstens eben so viel an Wasser und an kohlensaurem Gas, als für sich erhitzt, verloren haben muß, so giebt der Unterschied des Verlusts in beiden Fällen ($3,4 - 1,82 = 1,58$ Gran) die Menge des Schwefels, die sich mit dem Metall verbunden hatte. Daraus folgt, daß sich 100 Th. Manganes mit 34 Th. Schwefel verbinden, und daß 100 Theile Schwefel - Manganes ungefähr 25 Th. Schwefel enthalten. Ich vermuthe, daß das Manganes sich hier im Minimo der Oxydation, eben so wie in dem kohlenlauren Manganes befindet; denn es ist von grüner Farbe, wie das Oxyd im Minimum. Befindet es sich in dem me-

tallischen Zustande, so enthält das Schwefel-Manganes mehr Schwefel, als ich hier angegeben habe.

Schwefel-Kupfer.

Gepulvert und eine Zeitlang in einem Röst-Scherben in Rothglühhitze calcinirt, schmolz das, auf die angegebene Weise gebildete Schwefel-Kupfer, und hing sich an die Schale fest an, ohne doch einen Geruch nach schwefliger Säure auszu- stoßen; die Farbe desselben wurde gräulich-grün. Als es nach dieser Calcination gepulvert, und darüber Wasser gekocht wurde, löste sich nur sehr wenig auf; sehr viel dagegen in schwacher Salpetersäure, ohne merkbare Entbindung von Salpetergas, und mit Zurücklassung eines schön rothen Rückstands, den ich als metallisches Kupfer erkannte. Salpetersaurer Baryt bewirkte in der Auflösung einen reichlichen Niederschlag. Auch schwache Schwefelsäure löste jene Substanz mit Zurücklassung des metallischen Kupfers auf, ohne, daß sich Schwefligsaures Gas entband. Eben so Salzsäure, die ein wenig unverbrenntes Schwefel-Kupfer und metallisches Kupfer als Rückstand ließ, kein Schwefel-Wasserstoffgas entband, und ebenfalls eine Auflösung gab, in der Barytsalze einen reichlichen Niederschlag bildeten.

Aus diesen Versuchen erhellt, daß das Schwefel-Kupfer durch Calciniren sich in schwefelsaures Kupfer mit Ueberschuß an Oxyd verwandelt, während ein Theil des metallischen Kupfers frei wird.

Denn 1) lösten die drei genannten sehr verdünnten Säuren es nach dem Calciniren auf, ohne weder Salpetergas, noch Schwefligsaures Gas, noch Schwefel-Wasserstoffgas zu entbinden; 2) gaben die salpeterlaure und die salzsaure Auflösung mit Barytsalzen Niederschläge, welche sich in keiner Säure auflösen liessen; 3) hatte das Wasser sehr wenig davon aufgelöst, wie sich durch Reagentien zeigte; 4) löste sich der rothe Rückstand, der in allen drei Fällen blieb, in concentrirter Salpetersäure unter Entbindung von Salpetergas auf, und die Auflösung gab mit blausaurem Kali einen rothen Niederschlag und färbte das Ammoniak blau.

Man hatte bis jetzt noch nicht erklärt, wie das in Mexico gefundene und von Hrn. Proust analysirte Schwefelsaure Kupfer mit Ueberschuß an Oxyd entstanden sey; die obigen Versuche weisen nach, daß es durch Zersetzung von Schwefel-Kupfer gebildet seyn kann, und daß dieses der Ursprung desselben sey, scheint mir die natürlichste Hypothese zu seyn. — Zwar findet sich, erinnere ich mich recht, kein metallisches Kupfer in dem natürlichen Schwefelsauren Kupfer mit Ueberschuß an Oxyd; aber auch ich würde kein metallisches Kupfer erhalten haben, hätte ich das Schwefel-Kupfer lange genug erhitzt, um alles Kupfer in Oxyd zu verwandeln. Auch enthält das Mexikanische ziemlich viel Eisen-Oxyd, welches anzeigt, daß dem Schwefel-Kupfer Schwefel-Eisen beigemischt war; dieses wird sich zuerst in schwefelsaures Eisen ver-

wandelt, bei der stärkern Oxygenirung des Eisens aber die Säure dem Kupfer abgetreten haben.

Das künstliche Schwefel-Kupfer gleicht dem natürlichen so vollkommen, daß es viel Uebung erfordert, sie von einander zu unterscheiden.

Schwefel-Eisen.

Herr Proust hat sich begnügt sehr fein zertheiltes Eisen Schwefeldämpfen in einer Hitze auszusetzen, welche nicht stark genug war, um das Schwefel-Eisen zu schmelzen, indess es in meinen Versuchen vollkommen geschmolzen wurde. Vielleicht rührte die Verschiedenheit in unsern Resultaten daher, daß sich in dieser Hitze weniger Schwefel mit dem Eisen verbindet, als in einer geringern Hitze; wenn gleich es Metalle giebt (z. B. Silber und Blei), die auf nassem Wege nicht mehr Schwefel in sich aufnehmen als in einer Glühhitze, in welcher ihre Schwefel-Metalle schmelzen, wie ich mich durch Versuche überzeugt habe.

Um dieses zu prüfen habe ich das Verfahren des Hrn. Proust wiederholt. Es gab mir ein Schwefel-Eisen, das in 100 Theilen 34,21 Th. Schwefel enthielt, welches den von Hrn. Proust gefundenen 37 Theilen sehr nahe kömmt*). Diese

*) Nach Hrn. Berzelius löst sich ein Antheil metallisches Eisen, wenn es dem Schwefel bei Bereitung des Schwefel-Eisens in Ueberschuss zugesetzt wird, während des Schmelzens in dem Schwefel-Eisen auf, und diese Auflösung kann unmerkliche Abstufungen haben. „Verhielte es sich nicht auf diese Weise,“ fügt er hinzu, „so wäre die ganze Lehre

Verbindung zieht der Magnet nicht, wie die durch Schmelzung gebildete. Da ich die Operation in einer Retorte vornahm, bemerkte ich, daß sich ein wenig Schwefel-Wasserstoffgas entband, ob ich gleich die Eisenfeile stark erhitzt und den Schwefel zuvor geschmolzen hatte; dieses deutet auf Anwesenheit von Wasserstoff in dem Eisen oder in dem Schwefel, in welchem letztern sie Hr. Berthollet der Jüngere schon dargethan hat.

Versuche, Schwefel-Kupfer und Schwefel-Silber durch andere Metalle zu zersetzen.

Schwefel-Kupfer zersetzte sich, als ich es mit gleichen Theilen *schwarzes Manganes-Oxyd* $\frac{1}{2}$ St. lang vor einer Esse erhitzte, und das reine Kupfer fand sich mit seiner natürlichen Farbe am Boden des Tiegels. Dasselbe war der Fall als es mit $\frac{3}{4}$ seines Gewichts *Eisenfeile* erhitzt wurde.

Schwefel-Silber wird durch dieselben Metalle und auch durch *Kupfer* zersetzt.

Bei diesen Versuchen, die ich nur erst angefangen habe, erhielt ich nie die ganze Menge von Metall, welche in dem zeretzten Schwefel-Metalle enthalten war; ein Theil blieb in den sich bildenden Schwefel-Metallen, entweder eingemengt oder mit ihnen verbunden, zurück.

(die Seinige), für die so viele Versuche schon gesprochen haben, ein bloßer Gedanke, dem in der Wirklichkeit nichts entspräche.“ (Annal. N. F. B. 7. S. 302.) Es wäre daher sehr zu wünschen, daß dieser Punkt durch neue Versuche ganz in das Reine gesetzt würde. *Gilbert.*

Ich gebe hier keine Beschreibung der Schwefel-Metalle, welche ich gebildet habe, weil sie fast alle mit den bekannten, von den Mineralogen beschriebenen Schwefel-Metallen übereinstimmen. Nur das *Schwefel-Eisen* ist von dem natürlichen sehr verschieden, welches 50 und einige Procent Schwefel enthält, indess das durch Schmelzung gebildete nur 22 Procent Schwefel hat, auch von dem Magnete noch angezogen wird. Das natürliche Schwefel-Eisen verliert, wenn man es schmilzt, die Hälfte seines Schwefels, und ist dann ungefähr in demselben Zustande als das künstliche Schwefel-Eisen; ein Beweis, daß das natürliche Schwefel-Eisen auf nassem Wege entstanden ist. Das stimmt auch mit der Lagerung dieses Erzes und mit den verbrennlichen Körpern, die dasselbe begleiten, überein.

III.

Einige Versuche über das Tönen der Gasarten,

v o n

den HH. Kerby und Merrick zu
Cirencester *).

Da man die mehrsten Gasarten sich jetzt sehr leicht verschaffen kann, ist es zu verwundern, daß wir noch so wenig Versuche über die Eigenschaft derselben haben, in tönende Schwingungen zu gerathen. Dieses liegt wahrscheinlich an der Schwierigkeit, einen Apparat einzurichten, der sich leicht behandeln läßt und vergleichbare Resultate giebt. Wir haben diese Schwierigkeit zu überwinden gesucht.

Unser Apparat besteht aus einem kleinen Doppel-Blasebalg, der an einem senkrecht stehenden, auf dem Teller einer vortrefflichen einstiefligen Luftpumpe aufgeschrobnen, hölzernen Ramen, in senkrechter Lage, befestigt ist. An der einen aufrecht stehenden Leiste des Ramens befindet sich ein Ther-

*) Ann Nicholson's journ. of natur. philos. Dec. 1810.
Gilbert.

mometer, an der andern eine kleine Orgelpfeife aus dem Flötenregister, welcher der Wind aus dem Blasebalg durch einen in dem Holze ausgehöhlten Kanale zugeführt wird. Ein 13 Zoll hoher und 7 Zoll weiter Glasrecipient, der mit Spindel und Lederbüchse versehen ist, umschließt den ganzen Apparat. Der Blasebalg wird mittelst eines Hebels in Bewegung gesetzt, der zwei rechtwinkliche Knie hat, in Gestalt des Buchstaben L, und dessen mittlerer oder senkrechter Arm luftdicht durch die Lederbüchse geht.

Nach 80 Kolbenzügen schien die Pfeife keinen Ton mehr anzugeben, als wir den Blasebalg in Bewegung setzten.

Nach 200 Kolbenzügen ließen wir das Gas, mit dem wir den Versuch anstellen wollten, in den Recipienten steigen. Es befand sich in einer Blase, welche mit einem Hahnstück versehen war, und dieses wurde an den obern Hahn des Recipienten angeschraubt.

Neben diesem Apparate stand ein Monochord mit beweglichem Stege, den wir, während der Blasebalg in Bewegung gesetzt wurde und die Pfeife tönte, so lange verschoben, bis die Seite des Monochords genau die untere Octave des Flöten-tons angab. Wir maßen dann die halbe Länge der schwingenden Saite in Tausendtheilen der ganzen Länge; diese Zahl steht in der fünften Spalte der Tafel, welche die Resultate unsrer Versuche darstellt. Das Monochord war zuvor nach einer stäh-

lernen Stimmgabel in das *ut* der ersten Basis des Lord Stanhope, welches Chladni *ut 2* nennt, oder in *c* der kleinen Octave, nach der deutschen Bezeichnungsart gestimmt worden.

Unsere Versuche sind zwar noch unvollkommen, doch glauben wir eine möglichst gedrängte Uebersicht ihrer Resultate schon jetzt den Physikern mittheilen zu dürfen. Die relative Stärke des Tons ließ sich in den wenigsten derselben bestimmen; wir waren von zu viel Geräusch umgeben, und die Intensität des die Pfeife anblasenden Windes war allzu veränderlich. Dagegen haben wir den Zweck ziemlich gut erreicht, den wir zunächst vor Augen hatten; nemlich die Veränderungen in der Tonhöhe zu finden, die unter übrigen gleichen Umständen von den Verschiedenheiten in der physikalischen und der chemischen Natur der tönenden Gasarten herrühren. Wir werden diese Versuche zu einer günstigeren Zeit fortsetzen.

In mehrern Versuchen hatten wir das Gas in drei oder vier ungefähr gleichen Portionen in den Recipienten gebracht; diese sind in der ersten Spalte mit Buchstaben bezeichnet.

*) Länge, desjenigen Theils der ganzen in *c* gestimmten Saite, dessen Ton von gleicher Höhe mit dem des Gas war.

**) Entfernung bis auf welche man das Tönen der unter dem Recipienten befindlichen Pfeife hören konnte.

***) Nachdem der Glasrecipient, der die Pfeife bedeckt, war weggenommen worden.

†) Bei jeder neuen Dosis wird anfangs der Ton erniedrigt.

Ver- such	Stand des Barom. e. Z.	Therm. F.	Tönendes Gas	*)	**)	
1.	29.69	67°	Atmosph. Luft	0,095		} um Mitter- nacht
2.		—	Sauerstoffgas aus Braunst.	0,100		
3. a	29.68	60	Kohlenlaures Gas	0,105		
b				111		
c				112		
d				113		
4. a	—	61	Wasserstoffgas	0,053		} mit Zink entbunden
b				052		
c				049		
5.	—	—	Atmosph. Luft	0,093		} aus Salpeter- säure und Kupfer
6. a	—	—	Salpetergas	0,100		
b				083		
c				083		
7.	29.56	—	Atmosph. Luft	0,095		} aus Marmor
8. a	29.53	66	Kohlenlaures Gas	0,117	310	
b				115	342	
9. a	—	65	Atmosph. Luft	0,095	273	} ***)
b		64		095	1236	
10.	29.47	—	Aetherdampf	0,065	57	
11. a	29.38	63	Sauerstoffgas	0,099		} starkes Anblasen
b	29.37	—		098	245	
12.	29.36	61	Atmosph. Luft	0,094	245	
13. a	29.49	65	Wasserstoffgas	0,047		} wie der Ton einer klei- nen Glocke
b				044		
c		66		044		
d				042	146	
14. a	29.48	70	Stickgas	0,089		} voller und sanfter Ton
b		69	Wasserstoffgas	061		
b	29.45	66		072		
c			Kohlenlaures Gas	082		
d			Sauerstoffgas	083		
e			geathmete Luft	088		} aus Holz
15. a	29.44		leicht Kohlen- Wasserstoffgas	0,088		
b				089		
c				090	341	} aus salpeter- saurem Am- moniak
16.			Atmosph. Luft		379	
17. a			Oxydirtes Stickgas	0,108		
b				112		
c	29.43			113		
d		65		115	371	

IV.

*Allgemeine Resultate
aus den zu Carlsruhe angestellten Witterungs-
Beobachtungen von dem Jahr 1810, und deren
Vergleichung mit denen von andern Jahren;*

von

dem Hofr. BÖCKMANN, Prof. d. Naturlehre *).

Die Beobachtungen werden gewöhnlich *Morgens* im Winter zwischen 7 und 8, im Sommer zwischen halb 6 und halb 7, *Mittags* zwischen 2 und 3, und *Nachts* zwischen halb 10 und halb 11 Uhr angestellt. Die dabei benutzten meteorologischen Instrumente sind von vorzüglicher Güte. Das *Gefäßsbarometer* ist mit einem Nonius, der unmittelbar $\frac{1}{10}$ Linien angiebt, einem Senkel und Thermometer versehen; das Gefäß ist so weit, daß 1 Zoll Fallen das Niveau nur um $\frac{1}{100}$ Linien erhöht **). Das Zimmer, wor-

*) Mitgetheilt von dem Hrn. Verf. für die Annalen aus der Großherzogl. Badenschen Staatszeitung vom 9. Jan. 1811.

**) In einem Aufsatze des Hrn. Dr. Benzenberg in diesen *Annal.* N. F. B. VI. S. 346. steht, er habe die Barometer des Stuttgarter physikalischen Kabinetts untersucht; es war aber das hiesige, welches berichtigt zu werden verdient, da Stuttgart um mehrere 100 Fuß höher als Carlsruhe liegt. Ich war damals grade im Bade Dippoldisau, um alle vier Quellen zu analysiren, und hatte zwei der besten Reisebarome-

in sich das Barometer befindet, hat das ganze Jahr über eine Temperatur von etwa 15 Graden. Bei den Beobachtungen, welche in dieser Zeitung alle 8 Tage erscheinen, sind die Barometerhöhen nicht auf die Normal-Temperatur von 10° R. reducirt, wohl aber bei den monatlichen und jährlichen Resultaten. Das Niveau des Quecksilbers in dem Gefäße befindet sich 19 Fuß über dem Pflaster des Marktplatzes. Das Reaumur'sche (eigentlich de Luc'sche) Quecksilber-*Thermometer* hängt ganz frei gegen Norden, im Schatten. Eben so das de Luc'sche *Fischbein-Hygrometer*, welches von Zeit zu Zeit mit 2 ähnlichen, harmonisirenden verglichen wird. Die Richtung des *Windes* wird an den Fahnen des Großherzogl. Schlosses, oder nach dem Zuge der Wolken u. s. w. beobachtet. Das *Regen-* und *Ausdünstungsmaas* haben jedes 1 franzöf. Quadratfuß Oberfläche, und sind ganz frei in einem Garten aufgestellt.

Höchster Barometerstand: am 31. Januar Morgens 28 Zoll $5\frac{42}{100}$ Linien, bei einer Kälte von $-9\frac{3}{10}$ Grad, einer Feuchtigkeit von 74 Grad, Windstille und trüber, düstiger Witterung. *Tiefster*: am 6. März Mittags 27 Zoll $0\frac{69}{100}$ Linien, bei $10\frac{2}{10}$ Grad,

G g 2

ter bei mir. Ich bemerke bei dieser Veranlassung, daß meine physikalische Beschreibung der Bäder Griesbach, Petersthal und Antogast im Großherzogthum Baden vor Kurzem erschienen ist, und daß in meiner Anzeige *Annal. N. F. B. VII. S. 231. Z. 8* von unten stehn sollte *geschwärzten* Zustande.

Böckmann.

einer Feuchtigkeit von 61 Grad, Südwestwind, trü-
ber, düntiger, etwas regnigter Witterung. *Ver-
änderung*: $16\frac{23}{100}$ Linien. *Mittlere Höhe* aus 1095
Beobachtungen: 27 Zoll $9\frac{82}{100}$ Linien, daher um
 $\frac{12}{100}$ Linien höher, als im Mittel aus vieljährigen
Resultaten.

Höchster Thermometerstand: am 26. July Mit-
tags $24\frac{4}{10}$ Grad, bei Nordostwind, sehr heiterem
Himmel, einer Barometerhöhe von 27 Zoll $8\frac{1}{10}$ Li-
nien, Hygrometerstand 39 Grad, Abends Wetter-
leuchten, Nachts ein Gewitter mit heftigem Sturm-
wind. *Tiefster*: am 21. Februar Nachts, — 13 Grad,
bei Nordwind, beinahe ganz heiterem, etwas dün-
stigem Himmel, einer Barometerhöhe von 28 Zoll
4 Linien, und 78 Grad des Hygrometers; an den
beiden folgenden Tagen war die Kälte nur 10 bis
11 Grad, und am 24ten trat Thauwetter ein. *Dif-
ferenz* zwischen beiden Extremen $37\frac{4}{10}$ Grade.
Mittlere Temperatur aus 1095 Beobachtungen $7\frac{34}{100}$
Grade.

Die mittlere Temperatur jedes der letzten 10
Jahre war folgende:

1800	=	8,2 Grad.	1805	=	7,3 Grad.
1801	=	9,3 —	1806	=	9,1 —
1802	=	8,3 —	1807	=	8,5 —
1803	=	7,5 —	1808	=	7,4 —
1804	=	8 —	1809	=	8 (beinahe)

Aus diesen 10 Jahren ergibt sich für Carlsruhe
eine mittlere Temperatur von $8\frac{16}{100}$ Graden; es war
daher im verfloßenen Jahre dieselbe überhaupt um
 $\frac{12}{100}$ Grade geringer, und dieses Jahr war wärmer

als die Jahre 1803, 5 und 8; kühler als 1800, 1, 2, 4, 6, 7 und 9.

Die mittleren Temperaturen der einzelnen Monate waren folgende:

in den Jahren	Jan.	Febr.	März	April	May	Juny
1802	— 3	0,4	5,2	9,1	11,4	15,2
1803	— 1,5	0,9	3	9,4	9,5	13,6
1804	+ 4,3	0,5	3	7,8	13	13,8
1805	— 1,6	1,3	3,4	7,3	10,7	13,7
1806	+ 3,9	3,8	4,8	6	13,9	14,2
1807	— 0,1	3,1	1,6	6,9	13,5	14
1808	+ 1,2	0,7	0,8	6,5	14,8	14
1809	+ 1,4	4	4,9	5,2	12,8	13,9
1810	— 5	— 9,9	5,6	8,1	11,8	13,8
Mittel aus den ersten 8 Jahren	+ 0,6	2,1	3,3	7,3	12,2	14

in den Jahren	July	Aug.	Sept.	Okt.	N	Dec.
1802	14,6	17,2	12,4	9,5	3,7	1,9
1803	16,3	16	9,2	7,2	4,5	3,3
1804	15	14,1	12,6	9,1	4	1,2
1805	14,5	14,1	12,6	6,1	1,2	0,9
1806	15,7	15,4	11,9	7,7	5,7	6,1
1807	18	18,5	10,8	9,6	5,2	0,9
1808	17,6	16,2	12	7	4	— 2,4
1809	15,1	15,1	11,1	6,0	2,2	3,3
1810	15,2	14,9	14,2	8,2	5	3,2
Mittel aus den ersten 8 Jahren	15,9	15,8	11,7	7,9	3,8	1,9

Es waren daher in diesem Jahre wärmer als gewöhnlich die Monate März, April, September (vorzüglich), October, November und December; kühler der Januar und Februar (sehr ausgezeichnet), May, Juny, July und August.

Größte Feuchtigkeit: am 16. November Morgens 99 Grade, bei Südwestwind, einer Barometer-

höhe von 27 Zoll $7\frac{5}{8}$ Linien, 8,0 Grad Temperatur, trübem und regnigtem Wetter, wobei die Fenster der nicht geheizten Zimmer stark von aussen schwitzten; ungefähr eben so feucht war es am 25ten Nachts. *Geringste Feuchtigkeit*: am 2. May Mittags 33 Grad, bei einer Barometerhöhe von 27 Zoll $7\frac{1}{8}$ Linien, einer Wärme von $19\frac{3}{8}$ Graden, Westwind, beinahe heiterem, aber etwas gewitterhaftem Himmel. *Differenz* 66 Grad. *Mittlere Feuchtigkeit* aus 1095 Beobachtungen 65 Grad.

Der *Wind* kam nach 1095 Beobachtungen 184 Mal von Norden (am meisten Februar, April, Juny, September; am seltensten July, August, März); 285 Mal von Nordost (am häufigsten October, May, Juny, Januar; am wenigsten December, July, März); 73 Mal von Ost (am meisten März, April; im Februar und December niemals); 3 Mal von Südost (im Juny und July); 84 Mal von Süden (am häufigsten im November und Februar; am seltensten im April, May, October); 360 Mal von Südwest (am häufigsten December, July, August, November; am seltensten April, Januar, October); 91 Mal von West (am meisten July, August, December; am seltensten Februar, Juny, November); 10 Mal von Nordwest (hauptsächlich im Juny, July, August, September).

Die herrschenden Winde waren also die von Südwest; die Summe der von Südwest, Süden und Westen ist 535; der von Nordost, Norden und Osten 547, so daß sich diese einander entgegengesetzten

Hauptluftzüge beinahe ganz gleich sind, welches hier gewöhnlich der Fall ist.

In Rückficht der Witterung überhaupt hatten wir

in den Jahren	ganz heitere Tage	ganz trübe Tage.	Verm. Tage.	Regen-Tage.	Schnee-Tage.
1801	58	72	235	143	24
1802	90	68	207	105	23
1803	58	71	236	101	21
1804	34	60	272	147	27
1805	46	64	235	127	29
1806	33	90	242	162	17
1807	42	87	236	101	41
1808	36	89	241	125	32
1809	27	66	272	129	26
1810	29	72	264	136	14
Mittel aus den ersten 9 Jahren	47	74	242	127	27

in den Jahren	Schloffen	Gewitter	Stürme	Nebel
1801	6	21	13	7
1802	6	16	10	8
1803	6	20	15	6
1804	6	18	8	10
1805	7	17	11	4
1806	3	14	25	15
1807	2	21	13	6
1808	5	20	17	7
1809	4	19	11	2
1810	5	13	14	6
Mittel aus den ersten 9 Jahren	5	18	14	7

Die meisten ganz heitern Tage fielen in September, April und October; im Februar und November fanden keine Statt. Die meisten ganz trüben Tage waren im Januar, November, Februar und März, keine im August. Die meisten vermischten im August, July, Juny. Tage, an denen es fror, 59, worunter 28 im Januar; letztes Eis am 14. April, erstes am 31. October Nachts. Am mei-

ßen Schnee im December und Januar: die meisten Stürme und Schloßen im December.

Wir hatten weniger ganz heitere und trübe Tage, aber desto mehr vermischte; mehr Regentage und weniger Schneetage als gewöhnlich; Schloßen, Stürme und Nebel wie gewöhnlich, hingegen weniger Gewitter.

Die gesammte Quantität des auf 1 Quadratfuß gefallenen Regen- und Schneewassers betrug 3748 Kubikzoll; wenn es nicht verdunstet und in die Erde gedrungen wäre, und sonst keinen Abfluß gehabt hätte, würde es zu einer Höhe von 26 Zoll angeliegen seyn. In den vorangegangenen Jahren betrug diese Regenmenge

1801	=	33 Zoll 8 Lin.	1805	=	28 Zoll 7 Lin.
1802	=	24 — 0 —	1806	=	26 — 6 —
1803	=	28 — 0 —	1807	=	26 — 0 —
1804	=	30 — 1 —	1809	=	25 — 5 —
Mittel = 27 Zoll 9 $\frac{1}{8}$ Lin.					

Das verfloßene Jahr war also etwas trockner als gewöhnlich, und als die Jahre 1801, 3, 4, 5, 6; nasser als die Jahre 1802 und 9; übereinstimmend mit 1807. Insbesondere waren die Monate Januar (ganz vorzüglich), Februar, Juny, September trocken. Der März, May (besonders), November und December aber naß.

Bei einem kurzen Rückblick auf das verfloßene Jahr finden wir, daß die mittleren Barometer- und Thermometer-Höhen wenig von den gewöhnlichen abweichen. *Januar* und *Februar* waren ungewöhnlich kalt; nachdem der Rhein am 14. Januar ge-

froren und in der Folge wieder aufgegangen, ward er am 22. Februar nochmals mit Eis belegt. Inzwischen ereigneten sich in Oestreich, Böhmen, und vorzüglich in Ungarn, starke Erdbeben. Auch in Neapel hatte sich eine ungewöhnliche Kälte eingestellt, man sah sogar den Vesuv mit Schnee bedeckt. In Ungarn dauerte das Erdbeben im März fort, und wurde auch in Frankreich hier und da gespürt. Bei einer feuchten, düstigen Witterung, und bei der stark erkälteten Erde, war gegen den 20. April die Vegetation noch sehr zurück. Jetzt fing aber alles schnell an zu grünen. Nur die schönen Platanen blieben zurück, und es schien eine geraume Zeit, als wäre ein beträchtlicher Theil dieser, unsere Gärten und Chaussees zierenden, grossen Bäume, welche im Jahr 1809 durch die ungünstige Frühlingswitterung gelitten hatten, zu Grunde gegangen; beim zweiten Triebe erholte sich aber der grösste Theil wieder. Im May zeigte es sich, daß die beim Blühen so viel versprechenden Obstbäume in jener Periode keine günstige Witterung gehabt hatten; das Ende dieses Monats war bei uns kühl, während es in Oberitalien ungewöhnlich regnete. Nicht nur hier, sondern in ganz Europa, war der Juny kühl; die Ueberschwemmungen dauerten in Oberitalien fort. Die Witterung im July war im Allgemeinen für die Vegetation günstig, weil trübe regnigte Tage mit warmen heitern wechselten. Auch der August war für die meisten Feldfrüchte vortheilhaft, und vom 21sten an für die Zeitigung

der Trauben wohlthätig. Während wir in unsern Gegenden einen angenehmen sonnigen, trocknen *September* hatten, und eine ähnliche Witterung auch in Nord-Deutschland, Oestreich und Ungarn Statt hatte, regnete es in Oberitalien mehr als in einem der letzten 38 Jahre, wodurch ungewöhnliche Ueberschwemmungen erfolgten. Es scheint, daß die über das mittelländische Meer herkommende, an Wasserdämpfen reiche Luft den größten Theil ihres enthaltenen Wassers in der Nähe der Schweizer und Tyroler Eisgebirge absetzte, und unsern und andern Gegenden dadurch heitere Tage verschaffte. Die erste Hälfte des *Octobers* war noch ungewöhnlich schön; später hatten wir aber meistens unfreundliche, nasse Witterung; im *November* wehten häufig die seltenen Südwinde, und es fielen am 2ten zum ersten Mal einige Schneeflocken; die regigte, milde Witterung endigte sich endlich im Ausgange des *Decembers*, wo sich besonders die stürmische Nacht vom 25ten auf den 26ten mit einem Gewitter auszeichnete. Mit dem 30ten trat endlich Winterkälte ein.

Die *Abweichung der Magnetnadel* war im Durchschnitt 18 Grad 3 Minuten westlich.

V.

Verschiedene Bemerkungen, welche sich auf das Höhenmessen mit dem Barometer beziehen;

ausgezogen aus mehreren Briefen

des Dr. Benzenberg in Düsseldorf.

Sie wissen, welche Ungewissheit Statt findet in der Angabe der Temperatur der Luft in Genf, zu der Zeit, als Hr. von Sauffure sich mit seinen Instrumenten auf dem Gipfel des Montblanc befand; eine Ungewissheit, die um so unangenehmer ist, als diese seine Barometer-Messung des höchsten trigonometrisch gemessenen Punkts der Erde unter so günstigen Umständen gemacht wurde, daß man kaum hoffen darf, in den nächsten fünfzig Jahren eine zweite so genaue Bestimmung des Barometer- und Thermometer-Standes auf dem Montblanc, wie die des Hrn. von Sauffure, zu erhalten.

Als ich vor einem Jahre in Genf war, befand sich Hr. Pictet gerade in Paris, und ich konnte mir keine Auskunft über das freie Thermometer des Hrn. Senebier verschaffen. Hr. von Osterwald in Neufchatel, der die Gefälligkeit hatte, noch einmal deswegen an Hrn. Pictet zu schrei-

ben, meldet mir jetzt, alles, was man davon wisse, sey: daß man die Beobachtung auf der Genfer Sternwarte auf dem Walle, 78 Fuß über dem See, gemacht habe, *et qu'on a tout lieu de présumer, que le thermometre étoit exposé au nord et placé dans le même lieu.* Man wird sich nun hierbei beruhigen müssen. Doch habe ich Hrn. Pictet bitten lassen, diesen Sommer, wenn die Witterung wieder so ist, wie die am 3. Aug. 1787 war, als den ganzen Tag die Sonne schien, ein Thermometer auf dem Walle und eins auf der Spitze eines Kirchthurms beobachten zu lassen, damit sich zeige, ob auf jener Stelle keine örtliche Erwärmung der Luft Statt finde.

Herr von Saussure hat seine Beobachtungen in der damaligen undeutlichen de Luc'schen Thermometersprache vorgetragen, und ist hierdurch die Veranlassung geworden, daß fast alle Reductionen seiner Beobachtungen, und folglich auch die Rechnungen, welche auf sie beruhen, falsch sind. Als ich meine Barometer-Tafeln drucken ließ, kannte ich bloß die unrichtigen Reductionen in der *Monatlichen Corresp.* von dem J. 1805, und die noch unrichtigeren in dem *Memorial topographique.* Aus Herrn von Saussure's Original-Beobachtungen finde ich folgende Elemente, nach denen ich die Höhe des Montblanc aufs neue berechnet und auf den Cartons zu meinen Tafeln habe abdrucken lassen.

Beobachtung.

Genf, 3. Aug. 1787, Mittags 12 Uhr, Cabinet des Hrn. Senebier, 78 Fufs über dem See. Barometer 27,260 Zoll; Wärme des Queckfilbers $+ 19^{\circ},2$ R.; Wärme der Luft $+ 22^{\circ},6$ R.

Montblanc, Barometer des Hrn. v. Sauffure 16,022 Zoll; Wärme des Queckfilbers $+ 1^{\circ},2$; Wärme der Luft $- 2^{\circ},3$.

Rechnung.

Die mittlere Wärme der abgewogenen Luftsäule war $10,15^{\circ}$ R.

Bei $10,15$ Temp. würden jene $\left\{ \begin{array}{l} 27'',260 \\ - 56 \\ \hline 27,204 \end{array} \right.$ seyn, nach Taf. S. 102 $\log \text{ nat} = ,90853$

Bei $10,15$ Temp. würden diese $16'',022$ seyn, nach Taf. S. 102 $16,053$; $\log \text{ nat} = ,38098$
Diff. $= ,52767$

Bei $10^{\circ},15$ Temp. würde nach Taf. S. 95	
die Länge der ganzen abgewogenen Luft-	
säule zwischen den beiden Stationen seyn	25654 p. Fufs
beides mit einander multiplicirt, giebt	13545
bis auf den Genfer See	78
wegen Abnahme der Schwere	45
Höhe des Montblanc nach der Barom. Messung	= 13668
nach der trigonom. Messung des Prof. Tralles	13659
Unterschied	9 p. Fufs
oder $\frac{1}{1188}$ des Ganzen.	

Diese Uebereinstimmung bis auf 9 Fufs ist in-
deß nur zufällig, da man eine einzelne Barometer-
Messung bei 18 Lieues Entfernung der Barometer
von einander höchstens bis auf $\frac{1}{1188}$ des Ganzen
verbürgen kann, eine Gröfse, welche bem Mont-
blanc 54 Fufs beträgt. Auch würde eine Ungewiss-
heit in der mittleren Temperatur der abgewogenen
Luftsäule von 1 Grad schon einen Fehler von 60
Fufs in der Höhe des Berges ausmachen. Der
Montblanc hat allen Formeln zum Probierstein ge-
dient, und hat, sonderbar genug, oft gute Resul-
tate bei fehlerhaften Elementen gegeben. Dieses

kam theils durch Rechnungsfehler, theils dadurch, daß man sie jedesmal mit einer der drei trigonometrischen Messungen verglich, mit denen sie gerade paßte.

Die Pictet'sche trigonom. Messung giebt	13428 Fufs	} über dem Genfer See.
Die Schukburg'sche	13542 —	
Die Tralles'sche	13659 —	

Die letzte ist wohl die einzige, welche genau ist. In ihr sind die Winkel mit einem Wiederholungskreise gemessen, und die Bestimmungen aus drei verschiedenen Standpunkten gemacht worden. Vom Moleßon zu 13451 Fufs, aus dem Schloß zu Neufchatel zu 13455, und auf dem Chasserall zu 13453 pariser Fufs über dem Neufchateller See, welcher nach der Messung von Pictet und Sauffure 206 Fufs höher als der Genfer See liegt. Die Pictet'sche Messung weicht also 231 Fufs, und die Schukburg'sche 117 Fufs von der Messung des Hrn. Tralles ab.

Daß man mit dem Barometer wirklich bis auf $\frac{1}{10}$ genau messen, und selbst die Messung verbürgen kann, das beweisen die D'Aubuisson'schen Messungen auf dem *Monte Gregorio*. Nur müssen die Beobachtungen mit so viel Sorgfalt und unter so günstigen Umständen angestellt werden, wie diese. Die Barometer hingen noch keine 2 Stunden in gerader Linie von einander entfernt, und es war kein höher liegender Berg zwischen ihnen. Barometer und Thermometer hingen im Schatten, und um ja alle örtliche Erwärmung zu vermeiden, hing Herr

D'Aubuisson das freie Luftthermometer unten über einer Wiese, 12 Fuß vom Boden, in den Schatten einer Pappel. Auch war ohnehin in den kurzen Octobertagen ungleich weniger von einer örtlichen Erwärmung zu befürchten, als in den langen August-Tagen, in denen Hr. von Sauffüre auf dem Montblanc war.

Da diese Beobachtungen die genauesten sind, welche man bis jetzt angestellt hat, so will ich sie so hier hersetzen, wie ich sie bei meinen Tafeln in pariser Zoll und R. Grade reducirt habe.

Die Höhe des Berges wurde trigonometrisch mit aller Sorgfalt zu 5259,5 par. Fuß gemessen, und die Ungewissheit in dieser Messung soll nicht bis auf 2 Fuß gehen. Hr. D'Aubuisson führt alle Seiten und Winkel an, so daß man ihm überall nachrechnen kann; ein Verfahren, welches man bei ähnlichen wichtigen Bestimmungen nicht genug empfehlen kann.

Monte Gregorio.

1809 Octbr. Mittag	Am Fusse des Berges			Auf dem Gipfel.		
	Barom.	Quecksf.	Luft	Barom.	Quecksf.	Luft
1	27,300 Zoll	17,4 R.	14°,8 R.	22 207 Z.	7°,5 R.	5°,8 R.
4	27,612	12,9	12,4	22,395	3,5	1,8
7	27,497	15,0	14,9	22,348	7,0	3,0
8	27,494	15,0	14,7	22,326	4,7	2,6
17	27,418	15,9	16,0	22,351	8,4	7,9
18	27,532	15,6	15,6	22,425	8,9	7,9
20	27,625	13,3	13,0	22,473	8,5	6,5
25	27,842	14,7	14,3	22,719	10,3	10,0
30	27,512	10,9	10,9	22,279	3,1	0,6
31	27,388	10,9	10,6	22,188	1,9	1,4

Am 1. Octbr. war die Wärme am größten, und es fand um Mittag auch eine örtliche Erwärmung

von 2°,6 nach R. Statt, zwischen 3 Fuß Höhe und 12 Fuß Höhe über dem Boden. Alle Beobachtungen sind um 12 Uhr gemacht.

Aus diesen Elementen habe ich mit Hülfe meiner Tafeln folgende Höhen berechnet.

October	Berechnete Höhe	Unterschied in Fuß	in Theilen des Ganzen
1	5259		$\frac{1}{3239}$
4	5260	+ 1	
7	5261	+ 2	$\frac{1}{3238}$
8	5265	+ 6	$\frac{1}{377}$
17	5258	- 1	$\frac{1}{3239}$
18	5275	+ 16	$\frac{1}{329}$
20	5274	+ 15	$\frac{1}{278}$
25	5257	- 2	$\frac{1}{3229}$
30	5279	+ 20	$\frac{1}{328}$
31	5266	+ 7	$\frac{1}{727}$
Mittel	5263,8	+ 4,5	$\frac{1}{1128}$

October	Wind.	Unten.	Witterung. Oben.
1	NNO stark.	Sehr schön.	Schön seit 10 Uhr.
4	SSO schwach.	Sonne.	In den Wolken.
7	Desgl.	Desgl.	Desgl.
8	SO	Desgl.	Desgl.
17	SW schwach.	Sehr schön.	Sehr schön.
18	S beyn. ruhig.	Bedeckt.	Hoher Nebel.
20	SW schwach.	Desgl.	Regen um 1 Uhr.
25	Desgl.	Sehr schön.	Schön.
30	SO	Bedeckt.	In Wolken.
31	Desgl.	Sonne.	Oben Sonne und unten Wolken.

Aus D'Aubuiſſon's Beobachtungen sieht man *erstens*, daß gute Beobachtungen einzeln genommen nicht bis auf $\frac{1}{32}$ von der trigonometrischen Messung abweichen; *zweitens*, daß ein Mittel aus mehreren, bis auf $\frac{1}{1000}$ des Ganzen sicher ist; und *drittens*, daß der Fehler in den Abweichungen von Biot und Arago und in den Ausdehnungs - Versuchen von Gay - Lussac nicht

bis auf $\frac{1}{1000}$ des Ganzen bei Höhen-Messungen zu gehen scheint. Denn Sie wissen, daß meine Barometer-Tafeln, nach denen ich hier die Rechnung geführt habe, auf diesen Abwiegungen beruhen. Herr D'Aubuisson hat die Beobachtungen nach seinen Formeln berechnet, bei denen ebenfalls diese Abwiegungen zum Grunde liegen, und hat zugleich alle kleine Correctionen angebracht, z. B. die Ausdehnung des messingenen Maasstabes am Barometer u. dgl. Er findet

die Höhe des Berges im Mittel zu 5265,9 Fuß

die trigonom. Messung giebt 5259,3 —

also Unterschied $\frac{6,6 \text{ Fuß}}{888}$ oder $\frac{1}{133}$ des Ganzen.

Bei meinen Tafeln ist der Unterschied 4,5 Fuß.

Schließt man die Beobachtungen vom 18ten, 20sten und 30sten Octbr. vom Mittel aus, da diese Tage neblig und regnig waren, so erhält man 5261,9 par. Fuß, also nur 2,6 Fuß Unterschied, oder $\frac{1}{2000}$ des Ganzen.

Man sieht hieraus, wie genau unsere jetzigen Barometer-Rechnungen mit einander übereinstimmen. Dieselbe Uebereinstimmung würde man finden, wenn man nach Hrn. von Lindenaus's Tafeln rechnete; obschon diese in ihren Fundamental-Bestimmungen auf andern Beobachtungen beruhen. (Das einzige, was bei dem von Lindenaus'schen Coefficienten noch zu wünschen übrig wäre, ist, daß es dem verdienstvollen Hrn. Verf. gefallen möge, alle Beobachtungen auf den 45ten Grad der Breite und auf das Niveau des Meeres zu reduciren, damit man den Einfluß der Schwere-

Aenderung ganz rein an jeder Beobachtung anbringen könne.) Die Oltmann'schen Tafeln werden, da sie auf den Hammond'schen Abwiegungen beruhen, diese Höhen ungefähr $\frac{1}{10}$ größer geben, also 21 Fuß mehr. Dasselbe gilt von der Formel des La Place, die auf denselben Bestimmungen beruht.

Aus allem diesem folgt, daß bei einer einzelnen Barometer-Messung es fast gleichgültig ist, nach welchen der neueren Tafeln man rechnet, weil die Abweichungen unter ihnen so klein sind, daß sie sich mit den Beobachtungsfehlern vermischen. Hat man aber viele Beobachtungen, und sind diese mit der Sorgfalt ~~angestellt~~gestellt, wie die D'Aubuisson'schen, so scheinen die Tafeln den Vorzug zu verdienen, welche auf Biot's und Gay-Lussac's Bestimmungen beruhen.

Man sieht zugleich hieraus, daß gute Beobachtungen genau mit den Tafeln übereinstimmen, und daß, wenn man bedeutende Abweichungen findet, man dieses jedesmal auf Rechnung der Beobachtung und nicht auf Rechnung der Tafeln schreiben muß *).

*) Die Beobachtungen des Hrn. von Villefosse in Gruben auf dem Harze (*Ann.* B. 28. S. 1 f.) geben mir nach meinen Tafeln folgende Resultate, welche richtiger sind als die frühern, die ich Ihnen B. 36 mitgetheilt habe.

1. Hängebank der Dorothea über der Stollensohle zu Grund 966,3; die Markscheider-Messung giebt 922,2; Unterschied 44,1 parif. Fuß.

2. Hängebank des Thurm Rosenhofs über Grund 811,4; die Markscheider-Messung giebt 793,6; Unterschied 17,8 p. F.

Bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft ist die Genauigkeit beinahe das geringste Verdienst, was sich der Herausgeber neuer Barometer-Tafeln erwerben kann. Das grössere scheint die Leichtigkeit in der Darstellung, die Klarheit in der Uebersicht, und die Kürze der Rechnung zu seyn, so daß es auch dem Ungeübten nicht schwer wird, ihre Zusammensetzung zu begreifen und nach ihnen zu rechnen. Ich finde, daß die Vorstellung für Laien die falschste ist: daß das Barometer eine Waage sey, auf der der Druck der Luft gegen Druck von Quecksilber abgewogen wird; dabei besteht die ganze Rechnung in einem Regula-de-tri-Satze, bei dem man aus der Länge der Quecksilbersäule auf die Länge der Luftsäule schließt, die ihr das Gleich-

H h 2

3. Hängebank des rheinischen Weinschacht über der Stollen-Soole des Georg-Stollens in diesem Schachte 714,5; die Markscheider-Messung giebt 699,6; Unterschied $+ 14,9$ parisi. Fuß.

4. Die Stollensoole über dem Tiefften der Grube 249,4; die Markscheider-Angabe 272,4; Unterschied $\div 23,0$ Fuß.

5. Die Hängebank über dem Tiefften der Grube 968 Fuß; die Markscheider-Angabe 972; Unterschied $\div 4$ Fuß.

6. Hängebank des Gesamtschachts zu Lauterberg über dem Tiefften der Grube Luise Christiane 491,5; die Markscheider-Angabe 475,0; Unterschied $+ 16,5$ Fuß.

Ich halte dafür, daß der größte Theil dieser Abweichungen von der Schwierigkeit herrührt, in den Bergwerken das Barometer bei der flackernden Bergmannslampe scharf zu beobachten und abzulesen. Selbst ein bedeutender Fehler in der mittleren Temperatur kann bei so kleinen Luftsäulen, wo diese ganze Correction nur 20 bis 25 Fuß beträgt, keinen bedeutenden Einfluß haben.

Benzonberg.

gewicht hält, indem die specifischen Gewichte beider Körper und die Aenderung derselben durch Wärme als bekannt vorausgesetzt werden. Da der eine Körper elastisch ist, so muß man auch das Gesetz seiner Elasticität innerhalb den Gränzen kennen, zwischen denen man Barometer-Messungen anstellt; vermittelt desselben ist es leicht, eine Hülftabelle zu berechnen, welche die Höhe einer Luftschicht zeigt, die einer gegebenen Quecksilbersäule das Gleichgewicht hält. Dieses sind unsere Schichten-Tabellen, die sich leicht mit Hülfe der vier Species construiren lassen, da es die Bequemlichkeit der Rechnung fordert, die Quecksilberschichten nur $\frac{1}{100}$ oder, was noch bequemer ist, $\frac{2}{1000}$ Zoll hoch zu nehmen, so daß man jede Zahl, die man abgelesen, ohne Interpolation in den Tafeln findet. Der Fehler, der daraus entsteht, daß man annimmt, daß in jeder Schicht die Luft oben so dicht sey wie unten, würde bei unendlich dünnen Schichten unendlich klein seyn; bey der eben angeführten Annahme ist er im ersten Falle $\frac{1}{3000}$ und im letztern $\frac{1}{33000}$, also völlig unmerklich.

Die Schichten-Tabellen können indess nur für eine Temperatur berechnet werden, weil das Verhältniß zwischen den specif. Gewichten von Luft und Quecksilber nur für eine Temperatur gilt, und bei jeder andern anders ist, da beide Körper sich verschieden ausdehnen. Dehnten sich beide gleich stark aus, so bliebe dieses Verhältniß dasselbe. Allein man kann leicht mit dem Unterschiede zwischen ihren

Ausdehnungen eine zweite Tabelle berechnen, welche für alle Wärmegrade die Berichtigung für die Aenderung der specif. Gewichte enthält, welche aus der verschiedenen Ausdehnung entsteht.

Bei der Rechnung und bei den Tafeln wird vorausgesetzt, daß beide Körper bei *gleichen mittleren* Temperaturen gegen einander abgewogen worden sind. Diese Voraussetzung, die ganz aus der Natur der Aufgabe folgt, findet indess selten in der Natur Statt. Da man aber die Wärme der Quecksilberfäule und die mittlere Wärme der Luftfäule durch Beobachtung des festen und des freien Thermometer kennt, so ist es leicht, jene auf diese mittlere Temperatur mittelst einer kleinen Tafel zu reduciren. Dieses thut man für beide Stationen, und zieht man dann von der Länge der untern Quecksilberfäule die Länge der obern ab, so ist der Unterschied *die Quecksilberfäule, welche der abgewogenen Luftfäule das Gleichgewicht hält*, und zwar, wie es die Aufgabe verlangte, bei gleichen Temperaturen. Wie äußerst einfach die Rechnung bei diesem Gange der Vorstellung bleibt, sieht man an dem oben angeführten Beispiele vom Montblanc. Man begreift kaum, wie es möglich war, bei einer so einfachen Lehre, auf so verwickelte Formeln und Vorstellungsarten zu kommen, wie man bis jetzt bei den Barometer-Rechnungen gehabt hat. Wie weitläufig und schwerfällig hierdurch die Tafeln und die Rechnungen werden, sieht man am besten an einem Beispiele. Ich will wieder das vom Mont-

blanc nehmen, und dieses nach den Tafeln des Hrn. v. Lindenu berechnen, welche bekanntlich auf äußerst künstlichen, durch die höheren Rechnungen gefundenen Formeln beruhen. Ich befolge hierbei genau die Vorschrift, die der Verfasser S. 58 und 60 der Einleitung gegeben hat:

Höhe des Montblanc, berechnet nach den Tafeln des Herrn von Lindenu.

Oben 16 Z. 0,16 Lin.; Queckf. + 1°,2 R.; Luft — 2°,3 R.
Unten 27 Z. 3,12 Lin.; Queckf. + 19°,2 R.; Luft + 22°,6 R.

Rechnung.

Taf. I. für 16 Z. 0 Lin. und für + 1°,2 = 1,2049218

Taf. II. Noch für 0,2 Lin. (22677) 4520

Noch für 0,06 Lin. 1356

Taf. III. für 77 23

1,2055117

Taf. I. für 27 Z. 3 Lin. und 19°,2 = 1,4343626

Taf. II. noch für 0,1 Lin. (13301) 1330

Noch für 0,02 Lin. 266

Taf. III. für 01 0

log 1,4345222

log 1,2055117

,2290105

genäherte Höhe des Montblanc 2290 Toisen.

$\frac{t+t'}{2} = 10°2$; Taf. V. giebt für 10° R. 20,3 T.

für 0,2 $\div 2,1$

18,2

$t-t' = 24,9$; Taf. VI. für 24° und 2200 T. $\div 7,6$ T.

für 90 T. + 0,4

für 0,9 u. 2200 + 0,5

8,5

18,2

Correction $\div 26,7$

genäherte Höhe = 2290,0

2203,3

Höhe bis auf den See 13,0

Abnahme der Schwere für 2300 — 2000 T. 1,2

Barom. Messung = 2277,5

die trigonom. von Tralles = 2276,5

Unterschied = 1 Toise.

Ich habe bei der Berechnung des Montblanc nach meinen Tafeln 100 Ziffern geschrieben. Bei diesem Beispiele mußten 166 geschrieben werden. Meine Tafeln nehmen nur $1\frac{1}{2}$ Bogen ein, und die des Hrn. von Lindenu 9 Bogen. Berechne ich die Schichten-Tafeln so vollständig, daß sie von 0,002 Zoll zu 0,002 Zoll gehen, so brauche ich nur 70 Ziffern, und sie nehmen dann 3 Bogen ein. Hrn. von Lindenu's Tafeln mußten 8 Mal aufgeschlagen werden, und es waren 3 Additionen und 4 Subtractionen nöthig; die Schichten-Tabellen würden bei jener Einrichtung dasselbe Resultat durch 2 Additionen und 2 Subtractionen, nebst viermaligem Aufschlagen geben.

Die Schichten-Tafeln, die ich im ersten Abschnitte meiner Schrift gegeben habe, sind nur für Deutschland bestimmt, und gehen daher nur von 29 bis 23 Zoll. Den Montblanc mußte ich daher mit natürlichen Logarithmen berechnen, von denen ich im zweiten Abschnitte eine Tafel gegeben habe, die von 29 Zoll bis 13 Zoll geht, d. h. vom Meeresufer bis zur Spitze des Chimborasso. Rechnet man mit Logarithmen, so ist die Aufgabe ein Regula-de-tri-Satz, indem man eine Multiplication mit der *Höhe der Luftsäule bekommt, die bei gleicher Dichtigkeit 28 Zoll Quecks. das Gleichgewicht hält* (bey 0° Temperatur = 24486 parif. Fuß), und dieses macht, daß man viele Zahlen schreiben muß. Rechnet man mit Schichten, so besteht die Hauptrechnung nur in einer Subtraction von 4 oder 5 Ziffern, und diese giebt die Höhe unmittelbar für die

Temperatur 0°R . Diese Verlängerung durch die Wärme für die mittlere Temperatur der abgewogenen Luftsäule findet man in einer kleinen Hülfs-Tafel, unter der Form einer Addition.

Es scheint demnach aus diesem allen hervorzugehen, daß die vier Species, die Regula de Tri und die Schichten-Tafeln eine größere Bequemlichkeit in den Barometer-Rechnungen geben, als die Integral-Rechnung und die Logarithmen. Wer aber lieber auf einem gelehrten als einem ungelehrten Wege zum Ziele kommen will, kann diesen immerhin gehen. Es giebt viele Lehren in der Physik, in denen man mit der gemeinen Rechenkunst eben so schnell und eben so genau zum Ziele kommt, als mit den höheren Rechnungen. Es giebt wieder andere, wo die gemeinen Rechnungen weitläufiger und schwieriger sind. Endlich giebts noch andere, wo man mit den gemeinen Rechnungen gar nicht zum Ziele kommen kann, und wo nur die höheren Rechnungen den Beobachter nicht verlassen. Indels giebt man so lange keine Goldmünzen aus, als man mit Silbermünzen ausreicht, und bei den Barometer-Rechnungen braucht man diese nicht einmal; mit der Kupfermünze der drei Species reicht man vollkommen aus. Ich hielt es für nützlich, aus diesem Gesichtspunkte Barometer-Tafeln zu entwerfen, damit auch die Laien, die nur gewöhnliche Kupfermünze bei sich führen, nicht abgehalten würden, diese so nütlichen Messungen zu machen und zu berechnen. Denn an solchen Messungen hat man nur dann Freude, wenn man sie selber berechnen kann, —

und an der Rechnung hat man nur Freude, wenn man den Zusammenhang der Rechnung mit den Tafeln begreift.

Hier noch einige Bemerkungen über das interessante *barometrische Nivellement des Harzgebirges* des Hrn. Hêron de Villefossé, welches Sie in das Publikum gebracht haben *).

Als Herr von Villefossé in Göttingen war, stand sein Barometer 1,8 Linien niedriger, als das des Hrn. Prof. Mayer. Die Ursache dieser grossen Verschiedenheit konnte nur in einem bedeutenden Fehler eines der beiden Barometer liegen, und die Beobachtungen des Hrn. v. Villefossé lassen sich nicht eher aufs Neue in Rechnung nehmen, bis man weiss, ob dieser Fehler seinen Grund in dem unrichtigen Paril. Masse der Scale oder darin hat, dass Luft in die Torricellische Leere gekommen war. In dem letztern Fall dürfte sich durch alles Rechnen keine scharfe Genauigkeit in den Höhenangaben erreichen lassen **). Correspondirten die drei Harzer Barometer,

*) In diesen *Annalen* B. 28. S. 1, und in einzelnen Abzügen als eine besondere Schrift. G.

**) Als ich mit Hrn. Brandes in Göttingen studirte, machten wir in den Osterferien 1798 eine Reise die Werre und Weser hinunter mit einem Barometer, in welchem sich etwas Luft befand. Es hatte unten ein undurchsichtiges Gefäss, in das sich die Luftblase immer versteckte, wenn man sie durch Umkehren oben herausgebracht hatte; und beim Beobachten kam sie dann wieder herauf. In Göttingen machte Hr. v. Neufville die correspondirenden Beobachtungen mit Lichtenberg's Barometer, welches sehr gut war. Nachher wurden beide Barometer miteinander verglichen, und der leere Raum gemessen, der über dem Quecksilber war. Sie kennen Hrn. Brandes Geduld im Rechnen; — aber etwas Zuverlässiges kam doch bei diesem Ni-

(wie Sie S. 352 anführen) und lag der Fehler in den Scalen, so würde dieses freilich nur sehr wenig Einfluss auf das Nivellement haben; aber wie unwahrscheinlich ist es, dass der Schullehrer Hr. Schatelius zu Klausthal, der Verfertiger derselben, so unrichtiges Pariser Fußmaß gehabt habe, an dem jeder Fuß um ungefähr $\frac{3}{4}$ Linien zu groß war? Lag aber die Ursache des Niedrigerstehn um 1,8 Linien an Luft, die über dem Quecksilber war, so würde ihr Einfluss, selbst bei so kleinen Höhen als die der Harzberge, beträchtlich seyn, selbst wenn alle drei Barometer *gleich viel* Luft gehabt hätten. Wie genau sie correspondirten, darüber finde ich keine Beobachtung aufgezeichnet. Aus den Beobachtungen von Klausthal und Goslar, die Sie S. 352 anführen, kann man, wie es mir scheint, nicht wohl auf die Uebereinstimmung der Barometer schließen, da sie 3 Stunden von einander entfernt hingen; und am 11. u. 12. April war eine Abweichung von 2 Linien an zwei Tagen. Ehe sich also die Beobachtungen des Hrn. v. Villefosse aufs Neue in Rechnung nehmen lassen, muß man Auskunft über folgende Fragen haben: 1) Haben alle drei Barometer wirklich correspondirt, und wie genau? Völlig genau correspondiren *nie* zwei Barometer, aber die

vellement nicht heraus, obschon Brandes auf alle kleine Umstände Rücksicht nahm, und das Thermometer bei jeder Beobachtung auf eine doppelte Weise mit in Rechnung brachte, da unser Barometer zugleich ein Luftthermometer war. Die Höhen der Berge erfuhren wir freilich beiläufig, aber was das Nivellement der Flüsse betraf, so war es nicht zu vermeiden, dass das Wasser nicht zu Zeiten Bergauf lief.

Benzenberg.

Abweichung beträgt nur 1 bis 2 Hundertel Zoll, wenn sie gut sind. — 2) War die Scale richtiges Pariser Fußmaß? — 3) Waren sie in der Torricellischen Leere luftleer? Völlig luftleer sind zwar auch die besten Barometer nicht, und alle haben ein Bläschen wie ein äußerst kleines Nadelknöpfchen; aber dieses ändert ihren Stand nicht.

Was die Berechnung der Beobachtungen selbst betrifft, so scheint es mir, daß hierbei von der de Luc'schen Regel nicht mehr die Rede seyn kann, da es schon seit zwanzig Jahren nachgewiesen ist, daß und warum sie um ungefähr $\frac{1}{30}$ fehlerhaft ist. Die neuern Formeln von Trembley, Ramond, La Place, v. Lindenau und D'Aubuisson weichen nur wenig von einander ab, und geben im Durchschnitt die Berghöhen nur um $\frac{1}{170}$ unrichtig. Die Zahl $16\frac{1}{2}$ in der de Luc'schen Formel ist um ungefähr 3° irrig, und sollte $13^\circ,4$ heißen. Daß de Luc diese Zahl zu groß fand, rührt, wie schon Sauffure und Pictet bemerkten, daher, daß de Luc sein Luftthermometer der Sonne aussetzte. Wie das Gesetz der Wärmeabnahme auf diese Zahl Einfluß haben könne, ist mir nicht deutlich.

Ich habe bei unserm gemeinschaftlichen Freunde, dem Prof. Horner in Zürich, eine kleine Tafel von 5 Octayseiten gefunden, welche die 150 Seiten der barometrischen Tafeln des Hrn. v. Lindenau darstellen. Sie werden finden, daß durch dieses Zusammenziehen die Rechnung weder an Genauigkeit noch an Bequemlichkeit verloren hat.

VI.

V e r s u c h,

die Tafeln des Hrn. von Lindenau zum Höhenmessen mit dem Barometer, auf wenigen Blättern darzustellen,

v o m

Professor H O R N E R in Zürich.

Die *Tables barométriques*, Gotha 1809, durch deren Berechnung und Bekanntmachung Hr. von Lindenau seine Verdienste um die exacten Wissenschaften vermehrt hat, (und von denen eine umständliche Anzeige in diesen *Annalen* N. F. B. II. steht,) sind nicht blos auf eine dem Verfasser eigene Formel gegründet, sondern zeichnen sich auch durch die ihm eigenthümliche und sehr leichte Art aus, die Barometerstände auf eine feste Temperatur zu reduciren. Seine Formel ist folgende:

$$x = 9442 \left(1 + \frac{t + t'}{400} - \frac{(t - t')^2}{4(200)^2} \right) \log. \frac{h'}{H'}$$

in welcher x den Höhenunterschied beider Stationen in Toisen, h' den untern, H' den obern corrigirten Barometerstand, und t den untern, t' den obern Thermometerstand in freier Luft nach der Reaumur'schen Skale bedeuten. Die eigenthümliche Form hat ihren Ursprung in der Annahme, daß die Wärme in den obern Schichten der Atmosphäre nach ei-

ner harmonischen Progression abnehme, und den Coefficienten hat Hr. von Lindennau nach der Methode der Bedingungs-Gleichungen aus den besten Beobachtungen berechnet. Seine erste Tafel gibt sogleich für jeden beobachteten Barometerstand h , und der dazu gehörigen Temperatur des Quecksilbers T , den Logarithmen des corrigirten Barometerstandes $h' = h - \frac{h}{4330} (T - 10)$ von Linie zu Linie, von 29 bis 14 pariser Zoll herab, und von halbem zu halbem Grade der Reaumur'schen Skale, von -15° bis $+30^\circ$. Man findet daher mittelst dieser Tafel sehr leicht einen genäherten Werth des Höhenunterschieds, nemlich 10000 ($\log h' - \log H'$). Die obige Formel läßt sich aber auch so darstellen:

$$x = 10000 \cdot \log \frac{h'}{H'} - p \cdot 10000 \log \frac{h'}{H'}$$

$$p = 0,0558 - 0,004721 \frac{t+t'}{2} + 0,000059 (t-t')^2$$

Die Correction jenes genäherten Werthes besteht daher aus zwei Theilen, und es werden für sie wenigstens zwei Tafeln erfordert, die beide jenen genäherten Werth zu einem Argumente haben, und zu dem andern Argumente erstere die halbe Summe, die zweite die Differenz der Temperaturen an beiden Stationen. Mehr wird nicht nöthig seyn, hier vorläufig zu erinnern, um aus der Nachschrift die Einrichtung und den Gebrauch der folgenden, auf einen sehr kleinen Raum zusammengedrängten Darstellung dieser Tafeln zu verstehen. *Gilbert.*

TAFEL I.

Logarithmen der Barometerhöhen.

Z. L.	Log.	Diff.	Z. L.	Log.	Diff.	Z. L.	Log.	Diff.
15. 0	17709		18. 0	25627	201	21. 0	32322	173
. 1	17950	241	. 1	25828	201	. 1	32494	172
. 2	18189	239	. 2	26028	200	. 2	32665	171
. 3	18427	238	. 3	26227	199	. 3	32836	171
. 4	18664	237	. 4	26425	198	. 4	33006	170
. 5	18899	235	. 5	26622	197	. 5	33175	169
. 6	19133	234	. 6	26818	196	. 6	33344	169
. 7	19366	233	. 7	27013	195	. 7	33512	168
. 8	19598	232	. 8	27207	194	. 8	33679	167
. 9	19828	230	. 9	27400	193	. 9	33846	167
. 10	20057	229	. 10	27593	193	. 10	34012	166
. 11	20285	228	. 11	27785	192	. 11	34178	166
16. 0	20512	227	19. 0	27976	191	22. 0	34343	165
. 1	20738	226	. 1	28166	190	. 1	34507	164
. 2	20963	225	. 2	28355	189	. 2	34670	163
. 3	21186	223	. 3	28543	188	. 3	34833	163
. 4	21408	222	. 4	28731	188	. 4	34995	162
. 5	21629	221	. 5	28918	187	. 5	35157	162
. 6	21849	220	. 6	29104	186	. 6	35318	161
. 7	22068	219	. 7	29289	185	. 7	35479	161
. 8	22286	218	. 8	29473	184	. 8	35639	160
. 9	22503	217	. 9	29657	184	. 9	35798	159
. 10	22718	215	. 10	29840	183	. 10	35957	159
. 11	22932	214	. 11	30022	182	. 11	36115	158
17. 0	23145	213	20. 0	30203	181	23. 0	36273	158
. 1	23357	212	. 1	30384	181	. 1	36430	157
. 2	23569	212	. 2	30564	180	. 2	36587	157
. 3	23780	211	. 3	30743	179	. 3	36743	156
. 4	23989	209	. 4	30921	178	. 4	36898	155
. 5	24197	208	. 5	31099	178	. 5	37053	155
. 6	24404	207	. 6	31276	177	. 6	37207	154
. 7	24610	206	. 7	31452	176	. 7	37361	154
. 8	24816	206	. 8	31627	175	. 8	37514	153
. 9	25021	205	. 9	31802	175	. 9	37667	153
. 10	25224	203	. 10	31976	174	. 10	37819	152
. 11	25426	202	. 11	32149	173	. 11	37970	151

Logarithmen der Barometerhöhen.

Z. L.	Log.	Diff.	Z. L.	Log.	Diff.	Z. L.	Log.	Diff.
24. 0	38121	151	26. 0	41598	140	28. 0	44816	129
. 1	38272	151	. 1	41737	139	. 1	44945	129
. 2	38422	150	. 2	41875	138	. 2	45074	129
. 3	38571	149	. 3	42013	138	. 3	45202	128
. 4	38720	149	. 4	42151	138	. 4	45330	128
. 5	38869	149	. 5	42288	137	. 5	45458	128
. 6	39017	148	. 6	42425	137	. 6	45585	127
. 7	39164	147	. 7	42561	136	. 7	45712	127
. 8	39311	147	. 8	42697	136	. 8	45838	126
. 9	39458	147	. 9	42833	136	. 9	45964	126
. 10	39604	146	. 10	42968	135	. 10	46090	126
. 11	39749	145	. 11	43103	135	. 11	46215	125
25. 0	39894	145	27. 0	43237	134			
. 1	40039	145	. 1	43371	134			
. 2	40183	144	. 2	43504	133			
. 3	40326	143	. 3	43637	133			
. 4	40469	143	. 4	43770	133			
. 5	40612	143	. 5	43902	132			
. 6	40754	142	. 6	44034	132			
. 7	40896	142	. 7	44165	131			
. 8	41037	141	. 8	44296	131			
. 9	41178	141	. 9	44427	131			
. 10	41318	140	. 10	44557	130			
. 11	41458	140	. 11	44687	130			

Für jeden Zehntelgrad + R. des festen Thermometers ziehe eine Ziffer vom Log. ab; für Temperaturen unter 0° addire dieselbe: z. B. für + 12,5° R. wird die Zahl 125 vom Log. abgezogen; für — 7,5° R. wird die Zahl 73 zum Log. hinzugethan.

TAFEL II.

Proportionaltheile für Zehntellinien.

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
238	24	48	71	95	119	143	167	190	214
236	24	47	71	94	118	142	165	189	212
234	23	47	70	94	117	140	164	187	211
232	23	46	70	93	116	139	162	186	209
230	23	46	69	92	115	138	161	184	207
228	23	46	68	91	114	137	160	182	205
226	23	45	68	90	113	136	158	181	203
224	22	45	67	90	112	134	157	179	202
222	22	44	67	89	111	133	155	178	200
220	22	44	66	88	110	132	154	176	198
218	22	44	65	87	109	131	153	174	196
216	22	43	65	86	108	130	151	173	194
214	21	43	64	86	107	128	150	171	193
212	21	42	64	85	106	127	148	170	191
210	21	42	63	84	105	126	147	168	189
208	21	42	62	84	104	125	146	166	187
206	21	41	62	82	103	124	144	165	185
204	20	41	61	82	102	122	143	163	184
202	20	40	61	81	101	121	141	162	182
200	20	40	60	80	100	120	140	160	180
198	20	:	:	:	99	119	139	158	178
196	20	:	:	:	98	118	137	157	176
194	19	:	:	:	97	116	136	155	175
192	19	:	:	:	96	115	134	154	173
190	19	:	:	:	95	114	133	152	171
188	19	38	56	75	94	113	132	150	169
186	19	37	56	74	93	112	130	149	167
184	18	37	55	74	92	110	129	147	166
182	18	36	55	73	91	109	127	146	164
180	18	36	54	72	90	108	126	144	162

Proportionaltheile für Zehntellinien.

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
178	18	36	53	71	89	107	125	142	160
176	18	35	53	70	88	106	123	141	158
174	17	35	52	70	87	104	122	139	157
172	17	34	52	69	86	103	120	138	155
170	17	34	51	68	85	102	119	136	153
168	17	34	50	67	84	101	118	134	151
166	17	33	50	66	83	100	116	133	149
164	16	33	49	66	82	98	115	131	148
162	16	32	49	65	81	97	113	130	146
160	16	32	48	64	80	96	112	128	144
158	16	32	47	63	79	95	111	126	142
156	16	31	47	62	78	94	109	125	140
154	15	31	46	62	77	92	108	123	139
152	15	30	46	61	76	91	106	122	137
150	15	30	45	60	75	90	105	120	135
148	15	30	44	59	74	89	104	118	133
146	15	29	44	58	73	88	102	117	131
144	14	29	43	58	72	86	101	115	130
142	14	28	43	57	71	85	99	114	128
140	14	28	42	56	70	84	98	112	126
138	14	28	41	55	69	83	97	110	124
136	14	27	41	54	68	82	95	109	122
134	13	27	40	54	67	80	94	107	121
132	13	26	40	53	66	79	92	106	119
130	13	26	39	52	65	78	91	104	117
129	13	26	39	52	65	77	90	103	116
128	13	26	38	51	64	77	90	102	115
127	13	25	38	51	64	76	89	102	114
126	13	25	38	50	63	76	88	101	113
125	13	25	38	50	63	75	88	100	113

TAFEL III.

Argum. Die Differenz der obigen Logarithmen, oder die unverbefferte Höhe in Foffen.

	A.	B.	C.
	— t	+	+
100	5.6	0.47	0.2
200	11.2	0.95	0.4
300	16.7	1.42	0.7
400	22.3	1.89	1.0
500	27.9	2.36	1.3
600	33.5	2.83	1.6
700	39.1	3.30	1.9
800	44.6	3.77	2.3
900	50.2	4.25	2.6
1000	55.8	4.72	3.0
1100	61.4	5.19	3.3
1200	67.0	5.67	3.6
1300	72.5	6.14	3.9
1400	78.1	6.61	4.3
1500	83.7	7.08	4.6
1600	89.3	7.55	5.0
1700	94.9	8.02	5.4
1800	100.4	8.49	5.8
1900	106.0	8.97	6.1
2000	111.6	9.44	6.5
2100	117.2	9.91	6.9
2200	122.8	10.39	7.3
2300	128.3	10.86	7.7
2400	133.9	11.33	8.1
2500	139.5	11.80	8.5
2600	145.1	12.27	9.0
2700	150.7	12.74	9.5

Proportionaltheile
für

	A.	B.
10	0.6	0.05
20	1.1	0.09
30	1.7	0.14
40	2.2	0.18
50	2.8	0.24
60	3.4	0.28
70	3.9	0.33
80	4.5	0.38
90	5.0	0.43
1	0.1	0.00
2	0.1	0.01
3	0.2	0.01
4	0.2	0.02
5	0.3	0.02
6	0.3	0.03
7	0.4	0.03
8	0.5	0.04
9	0.5	0.04
10	0.6	0.05

Die in der Columnne A. befindliche Gröfse wird immer von der unverbefferten Höhe abgezogen; die in der Columnne C. wird addirt. Der Werth in Columnne B. wird mit dem Mittel aus beiden beobachteten Thermometergraden der freien Luft $\left(\frac{t + t'}{2}\right)$ multiplicirt, und das Product nach dem Zeichen der Grade addirt; ift alfo + für + R; — für — R.

TAFEL IV.

Höhe in Toisen.

	200	400	600	800	1000	2000
1	—	—	—	—	—	—
2	..	...	...	...	0. 0	0. 6
3	..	...	0. 0	0. 0	0. 1	0. 1
4	..	...	0. 1	0. 1	0. 1	0. 2
5	..	0. 0	0. 1	0. 1	0. 2	0. 3
6	..	0. 1	0. 1	0. 2	0. 2	0. 4
7	..	0. 1	0. 2	0. 2	0. 3	0. 6
8	0. 0	0. 2	0. 2	0. 3	0. 4	0. 8
9	0. 1	0. 2	0. 3	0. 4	0. 5	1. 0
10	0. 1	0. 3	0. 4	0. 5	0. 6	1. 2
11	0. 1	0. 3	0. 4	0. 6	0. 7	1. 4
12	0. 2	0. 4	0. 5	0. 7	0. 9	1. 7
13	0. 2	0. 4	0. 6	0. 8	1. 0	2. 0
14	0. 2	0. 5	0. 7	0. 9	1. 2	2. 3
15	0. 3	0. 6	0. 8	1. 1	1. 3	2. 7
16	0. 3	0. 6	0. 9	1. 2	1. 5	3. 1
17	0. 4	0. 7	1. 0	1. 4	1. 7	3. 5
18	0. 4	0. 8	1. 2	1. 6	1. 9	3. 9
19	0. 4	0. 9	1. 3	1. 7	2. 2	4. 3
20	0. 5	1. 0	1. 4	1. 9	2. 4	4. 8
21	0. 5	1. 1	1. 6	2. 1	2. 6	5. 3
22	0. 6	1. 2	1. 7	2. 3	2. 9	5. 8
23	0. 6	1. 3	1. 9	2. 5	3. 2	6. 3
24	0. 7	1. 4	2. 1	2. 8	3. 5	6. 9
25	0. 8	1. 5	2. 2	3. 0	3. 7	7. 5
26	0. 8	1. 6	2. 4	3. 2	4. 1	8. 1
27	0. 9	1. 8	2. 6	3. 5	4. 4	8. 7
28	1. 0	1. 9	2. 8	3. 7	4. 7	9. 4

Argum. Die Differenz der freien Thermometergrade ($t - t'$).

Vorstehende Tafeln sind aus den *Tables barométriques* des Hrn. von Lindenhau zusammengezogen.

Tafel I. enthält die dort gegebenen Logarithmen der Barometerhöhen für 0° Reaum. (eigent-

lich — 10° R.) zu 5 Decimallstellen und mit Weglassung der Charakteristik. Die Idee, den Einfluß der Wärme des Quecksilbers an den Logarithmen der Barometerhöhen und nicht an den Höhen selbst anzubringen, führt den vortheilhaften Umstand mit sich, daß die Producte aus

$$\frac{28,00}{4330} \times \left(\frac{\text{Log. } 28,00 - \text{log. } 27,99}{10} \right) \text{ und aus}$$

$$\frac{15,00}{4330} \times \left(\frac{\text{Log. } 15,00 - \text{log. } 14,99}{10} \right) \text{ beide}$$

ziemlich nahe 0,00010 ausmachen, nemlich:

$$\frac{28}{4330} \text{ oder } 0,006466 \times \frac{0,000155}{10} = 0,00010023;$$

$$\text{und } \frac{15}{4330} \text{ oder } 0,003464 \times \frac{0,00029}{10} = 0,00010045;$$

so daß die Verbesserung für 1° R. an den Logarithmen zu 5 Decimallstellen durchgängig 10 Einheiten beträgt, woraus die oben gegebene einfache Regel entspringt. Zugleich erhellet, daß eine Ungewißheit von n Graden in der Temperatur des Quecksilbers die gesuchte Höhe um eben so viel Toisen ändere. Bei Fortin'schen Barometern und unter gewissen Umständen auch bei Barometern mit langen Messingcalen ist der Logarithmus der Barometerhöhe noch wegen der Ausdehnung des Messings zu corrigiren. Da diese gerade $\frac{1}{8}$ der Ausdehnung des Quecksilbers beträgt, so ist es hinreichend, die Verbesserung des Log., oder die Zahl der Grade des festen Thermometers, um $\frac{1}{8}$ zu verkleinern; also anstatt — 125 ziehe man ab $125 - 13 = 112$.

Tafel II. giebt die Proportionaltheile der Differenzen der ersten Tafel für Zehntel- und Hundertel-Linien.

Tafel III. A. enthält die Gröſſe: $— 10000 \frac{\log h}{\log H}$
 $\times 0,0558$; die Columnne B. giebt $— 10000 \frac{\log h}{\log H}$
 $\times — 0,004721$, und muß noch mit $\frac{t+t'}{2}$ multiplizirt werden; in der Columnne C. findet ſich die Berichtigung wegen Abnahme der Schwere in ſenkrechter Richtung.

Tafel IV. giebt die Verbesserung $— 10000 \frac{\log h}{\log H}$
 $\times (0,0000059 [t - t']^2)$.

Beispiel.

Auf d. Pik de Bigorre		In Tarbes bei Dangos	
Höhe des Barom.	19 Z. 19 L. 14 = h;	27 Z. 2 L. 06. = H	
Festes Therm. R.	+ 7°, 6 T;	14, 9 T	
Freies Thermom.	+ 3, 2 t;	15, 3 t'	
$\frac{t+t'}{2} = 9°, 25$; $t - t' = 12°, 1$			
Taf. I.	log h = 29840;	log H = 43504	
Prop. theil aus Taf. II. mit 182 Diff.	18	mit 133 Diff.	0
	7		8
	29865		43512
Correction für das feste Therm.	— 76		— 149
	log (h) 29789	log (H) 43363	
		29789	
Unverbesserte Höhe in Toisen	= 1357,4		
Corr. Taf. III. A.	— 75,7		
	1281,7		
Corr. + 6°, 41 (Taf. III. B.) $\times 9°, 25$.	+ 59,3		
	1341,0		
Corr. Taf. IV.	— 82		
	1359,8		
Nach Hrn. v. Lindenau's Rechnung	1359,74		
Corr. Taf. III. C.	+ 4,1		
	1343,9		
Trigonometrische Messung	= 1340,7		

VII.

Bemerkungen über Herrn Prem. Lieut. C. J. A. Prätorius Aufsatz: über die Unstatthaftigkeit der elektrischen Telegraphen für weite Fernen,

von

S. Th. SÖMMERING,

Königl. Bairischem Geheimen Rath, Ritter und Akademikus.

Achtung für diejenigen Leser der beliebten *Annalen der Physik*, welche das Seite 116 u. f. befindliche Urtheil des Herrn Prem. Lieut. Prätorius, über meinen elektrischen Telegraphen etwa für *richtig* halten können, wenn ich gänzlich schwiege, nöthiget mich, folgende wenige Bemerkungen dagegen auf gleichem Wege bekannt zu machen, denn gegen Männer, welche meinen Telegraphen aus Anschauung kennen, auch nur ein Wörtchen zu verlieren, wäre mehr als überflüssig.

Hr. Prätorius überschreibt seinen Aufsatz: „*Ueber die Unstatthaftigkeit der elektrischen Telegraphen für weite Fernen.*“ Hienach sollte man erwarten, daß von der Unstatthaftigkeit der elektrischen Telegraphen f. w. F. überhaupt gehandelt werden würde; allein der ganze Aufsatz ist lediglich gegen den einzigen, von mir durch Gasentbindung vermittelten Telegraphen gerichtet, womit doch wahrlich nicht zugleich die Unstatthaftigkeit der elektrischen Telegraphen für weite Fernen, man merke wohl, der elektrischen Telegraphen in der Mehrzahl, dargethan seyn dürfte.

Wenn nun insbesondere Hr. Prätorius in der Einleitung von einer „*pomphaft angekündigten Er-*

findung“ schreibt, so hätte er doch billigermaßen irgend etwas zur Begründung einer so unfreundlichen Begrüßung anführen sollen.

Nach Hrn. Prätorius „*Meinung liesse sich (die Andeutung von Buchstaben durch Gasentbindung) höchstens auf Entfernungen von 1000 Fufs bewirken.*“ So sehr es mir auch auffällt, von einem gewissen Lehrer der Physik diese Meinung zu vernehmen, so erscheint es mir doch noch weit seltsamer, einem leicht in jedem Augenblicke anzustellenden Versuche, einer durch den Augenschein zu beweisenden Thatfache, kurz, meiner Erfahrung, seine bloße Meinung entgegen gestellt zu set. Denn Thatfache ist es nicht nur, daß ich den Versuch mit 2000 Fufs vor länger als zwei Jahren der K. Akademie der Wissenschaften zu München und seitdem vielen Andern vorzeigte, sondern ich bin auch jeden Augenblick bereit, Hrn. Prätorius selbst, oder einem von ihm Beauftragten, den gleichen Versuch mit 4000 und mehreren Fufs, so oft und so lange es ihm beliebt, zu wiederholen und selbst wiederholen zu lassen.

Ja daß dieses gar nichts Neues ist, beweisen Hrn. Basse's schon vor acht Jahren angestellte vortreffliche galvanische Versuche (im Jahrgange 1803, St. 3. S. 27. dieser *Annalen der Physik*), wo es unter andern heisst: *Versuch 3.* „Ich verdoppelte die Länge beider Drähte, „so daß jeder 4000 (viertausend) Fufs lang war. Es ergaben sich aufs neue die nämlichen Erscheinungen (Gasentbindung u. s. f.) und in eben der Stärke, wie zuvor. *Fast schien es mir, als wenn die Stärke der Galvanischen Elektricität dadurch eher zu- als abgenommen hätte.*“ Diese Zunahme der Elektricitäts Stärke wird diejenigen nicht wundern, welche dasjenige kennen, was Volta so unvergleichlich über die Capacität der Conductoren lehrte.

Wenn Hr. Prätorius darauf ferner schreibt: „*Da nun durchs Zusammenfügen einzelner Stücken des Seils, wegen der Isolirung an den Fugen und wegen der unvermeidlichen Verwechselung der benannten Drähte es durchaus nicht möglich ist, das Seil bis zu einer Meile zu verlängern, so*

„müßte dasselbe nothwendig aus dem Ganzen gemacht werden.“ so wird es mir klar, daß er keinen Begriff von meinen Einrichtungen besitzt, da sich das Seil ganz füglich entweder stückweise, oder auch im Ganzen fertigen läßt.

Hr. Prätorius wählt zur Basis seiner Berechnung „Draht von No. 1., von welchem 1 pariser Fuß 12 Gran wiegt.“ Allein zehn Fuß des Drahtes, dessen ich mich, nicht hypothetisch, sondern in der Wirklichkeit, bediene, von No. 8., sogar schon ganz dicht mit Seide übersponnen, wiegen kaum 21 (zwanzig ein) Gran; folglich ein die Länge einer deutschen Meile habendes, aus 27 Drähten bestehendes Seil nur 168 $\frac{3}{4}$ Pfund Silbergewicht, welches freilich nach Hrn. Prätorius Angaben und Berechnung elf Centner wiegen müßte. Meiner neuesten Vorrichtung nemlich zufolge braucht man nur 27, nicht 35 Drähte.

Eben so irrig ist Hr. Prätorius, wenn er sich das Seil „wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll stark denkt“, welches doch in der Wirklichkeit, so wie ich es ganz vollkommen fertig und überspinnst vor mir habe, nur eine und eine halbe Linie stark (besser wohl, dick) ist.

„Nun frage ich Hrn. Sömmerring, (schreibt Hr. Prätorius) auf welcher Seilerbahn er sein meilenlanges Seil aus den 35 Drähten will sammendrehen lassen, da man schon zum Ueberspinnen der einzelnen Drähte zu einer solchen Länge keine Vorrichtungen hat?“ Ich antworte: daß man weder eine Seilerbahn, noch eines höchst nachtheiligen Zusammendrehens der Drähte bedarf, sondern daß man die zusammengefaßten Drähte nur ganz leicht und weitläufig mit einem Faden zu überwickeln braucht. Auch zweifle ich nicht, daß sich in Dresden so gut, als in München, zum Ueberspinnen der einzelnen Drähte sogenannte Mühlen befinden, an welchen durch 20, ja noch mehrere Spulen zu gleicher Zeit das Ueberspinnen geschieht.

Da hiesige praktische Kunstverständige weder das Graben eines Kanales, noch die Leitung eines Seiles so „umständlich und kostbar“, als Hr. Prätorius, finden, so verweise ich Hrn. Prätorius auf das Ori-

nal meiner Abhandlung, im dritten Bande der Denkschriften unserer Akademie, wo die Ursachen angegeben sind, warum ich mich über diesen Gegenstand nicht einlasse.

„*Ueberhaupt ist bei dieser ganzen Erfindung zu viel speculirt und zu wenig calculirt worden.*“ Dafs ich zu viel speculirt hätte, bin ich mir nicht bewußt, und dafs ich zu wenig calculirt hätte, kann ich auch nicht finden. Die achtungswürdigsten Kenner dieser Gegenstände versicherten mich längstens, dafs ich hinlänglich und richtig calculirt hätte. Vielleicht überzeugt sich auch Hr. Prätorius über dieses, so wie über manches andere eines Bessern, wenn er meine Abhandlung im Originale vollständig, nicht blos in dem Auszuge eines Journales liest. Dürfte ich mir eine Gegenanzüglichkeit erlauben, so würde ich bemerken, dafs in Hrn. Prätorius ganzem Aufsatze zu wenig speculirt und zu viel calculirt worden.

„*Herr Sömmerring will einen 2248 bair. Fufs langen Draht um Einen Glascyylinder gewunden haben u. s. f. Nun die Glashütte möchte ich kennen, wo 6 Fufs lange und 1 Fufs starke (weite?) Cylinder geblasen werden.*“ Hierauf läßt sich nun freilich nichts anderes erwidern, als: Hr. Prätorius komme und sehe, oder übertrage die Beschauung einem bei ihm mehr als ich und die gesamte Akademie der Wiss. zu München Glauben habenden. Es wird ihm dann vermuthlich selbst eben sowohl ein Lächeln anwandeln, als jedem Andern, dem ich neben seiner Aeußerung zugleich solche Cylinder in der Wirklichkeit zeigte. Freilich *machen* nicht 10 *Umwindungen*, wie Hr. P. berechnet, sondern erst 58 bis 60 *Umwindungen*, wie ich nicht durch Calculiren auf dem Papiere, sondern durch wirkliches Messen und Zählen finde, *eine Zoll-Höhe*. — Mein Glascyylinder ist freilich auch nicht 6 *Fufs lang und 1 Fufs stark* (weit?), sondern nur zwey Fufs und 5 Zoll lang und 1 Fufs weit.

Die K. Bayrische Akademie der Wissenschaften bestätigt durch öffentliche Herausgabe meiner Abhandlung in ihren Denkschriften vor dem Publikum, dafs ich ihr den Glascyylinder, von dem ich, als ihr vorgezeigt, in

der Abhandlung spreche, vorgezeigt habe, und Herr Prätorius zweifelt noch nach zwei Jahren erst an der Möglichkeit der Existenz desselben! Wenn ich denn auch auf Hrn. Prätorius' Achtung für meine Wahrheitsliebe keinen Anspruch mache, so hätte ihn doch die Achtung für die Akademie, welcher ich angehöre, zurückhalten sollen, ohne irgend eine vorübergehende nähere Erkundigung auf eine solche — — Art seine auf unrichtigen Vorderätzen beruhende, calculirende Zweifelsucht gegen die Existenz wirklich vorhandener Dinge öffentlich vorzutragen.

„Man ersieht aus Allem, dass die ganze aufgestellte paradoxe Idee wohl nur einem Scherze ihren Ursprung verdankt.“ Ja wohl erkenne ich aus Allem von dem Herrn Verfasser Vorgebrachten, dass er eine ganz unrichtige *paradoxe Idee* von meinem nicht in einer Idee, sondern in der Wirklichkeit *aufgestellten Telegraphen* besitzt. Zu St. Petersburg, Paris, Genf und München kann er sich durch eigene Anschauung überzeugen oder durch Beauftragte überzeugen lassen, dass mein Telegraph in keinem bloßen Modelle, sondern in einer zum reellen Gebrauche völlig geendigten, weder zu vergrößernden noch zu verkleinernden Vorrichtung besteht.

Am wenigsten hätte ich demnach von einem Obersachsen aus der königlichen Residenzstadt Dresden die arge, öffentliche Unhöflichkeit vermuthet, womit Herr Prem. Lieut. Prätorius seinen gegen mich gerichteten Aufsatz als Abschiedscompliment beschließt.

München, d. 4. Februar 1812.

VIII.

Bemerkungen

*über Herrn Prof. Wrede's Einrichtung des in
den Ann. B. 38. S. 347 beschriebenen kleinen
Gebläses.*

vom

Prof. LÜDICKE in Meissen.

Herr Prof. Wrede sagt in dem neuesten Hefte dieser Annalen (oben S. 347.), er habe meine hydro- und aerodynamischen Gründe, worauf ich die Einrichtung dieses kleinen Gebläses gründe, nicht bemerken können. Daran ist wahrscheinlich ein Fehler im Kupferstiche und ein Druckfehler Schuld. In der IV. Kupfer-
tafel B. 38. Fig. 3. darf nämlich die obere Oeffnung in der horizontalen Röhre zur linken Hand von *f* nicht mit einer Linie zugezogen seyn, so wie auch unter dieser Oeffnung der Buchstabe *e* stehen muß. S. 320. Z. 16 ist hingegen *e* statt *f* zu lesen. Vielleicht ist auch der Umstand übersehen worden, daß die Fassungen der beiden Kugeln auf der convexen Seite zweier Halbröhren angelöthet sind, welche sich mittelst einer Belederung genau an das horizontale, gut abgedrehte Rohr anschließen und um letzteres herumgedreht werden, daß also das horizontale Rohr gar nicht bewegt wird; welches mir nöthig schien, um das vor der Lampe vorgerichtete Schmelzrohr nicht zu verrücken. Solchemnach befindet sich in diesem horizontalen Rohre die Oeffnung *e* stets oben und die Oeffnung *g* stets unten. Um diese unvollständige Beschreibung

nur zu ergänzen, durfte der daselbst angegebene Hahn nicht weggelassen werden, und dieser war nur bei kurzen und engen Röhren über und unter *e* nöthig. Wenn man aber, wie ich schon daselbst bei weiten Röhren bemerkt habe, diese Röhren über und unter *e* bis an den Boden der Kugeln verlängert, so fällt der Hahn ganz weg, und sie haben alsdenn dieselbe Lage und denselben Endzweck, als die Röhren *ab* in der IV Kupfertafel Fig. 2.

Aus diesen wenigen Bemerkungen wird sich das durch den Lauf des Wassers bewirkte Aus- und Einströmen der Luft hoffentlich leicht erklären lassen. Wenn nämlich die Kugeln herumgedrehet worden sind, so steht die obere, das Wasser enthaltende Kugel mit ihrem Rohre zur linken Hand über die Oeffnung *e* des horizontalen Rohres, die mittlere Röhre trifft auf die Röhre *f*, und die Röhre zur rechten Hand ist verschlossen. Bei der untern Kugel hingegen ist die Röhre zur linken Hand verschlossen, die mittlere paßt auf die Röhre *f* und die zur rechten Hand trifft auf die untere Oeffnung *g* des horizontalen Rohres. Indem daher das Wasser durch *f* abläuft, wird die Luft durch die Oeffnungen *a* und *e* und durch die Röhre zur linken Hand in die obere Kugel einströmen; dahingegen wird dieses Wasser die Luft in der untern Kugel zusammendrücken, welche keinen andern Ausgang, als durch die Röhre zur rechten Hand und durch die Oeffnungen bei *g* und *b* findet.

Ich freue mich jedoch, daß diese Unverständlichkeit einen so guten Erfolg gehabt und den glücklichen Gedanken des Hrn. Prof. Wrede hervorgebracht hat, nach welchem dieses Gebläse mit weniger Kosten- und Zeitaufwand gefertigt werden kann. Herr Wrede wird mir aber ein paar Bemerkungen erlauben, welche auf die Verbesserung dieser Einrichtung Taf. IV. dieses Bandes Fig. 2. abzielen. Da man das einmal vorgerichtete Schmelzrohr nicht gern verändert und hier die hohle Axe herumgedrehet werden muß, so dürfte die Einrichtung so zu treffen seyn, daß sich das Ende der Axe bey *B* (in dem Kupfer muß *B* statt *H* stehen) in einer andern unbeweglichen Röhre luftdicht herum-

drehet. So gut auch die krummgebogenen heberförmigen Röhren ihre Stellen ausfüllen, so wäre dennoch zu erwägen, daß die in der untern Kugel zusammengedrückte Luft, welche dem Luftstrahle die nöthige Geschwindigkeit giebt, einen Theil des in dem kurzen Schenkel des obern Hebers stehenden Wassers her austreiben und so die Wirkung des Gebläses eher beenden werde, als die Wasserfläche bei *e* angelangt ist. Ich würde daher rathen, Kugeln von einer ansehnlichen Grösse zu erwählen, weil ohnehin bei dieser Einrichtung, wie Herr Wrede mit Recht erinnert, die obere Kugel nur bis zur Hälfte mit Wasser angefüllt seyn darf.

Bei der von mir vorgeschlagenen, obwohl mehr Arbeit erfordernden Einrichtung hat hingegen die in der untern Kugel zusammengedrückte Luft keine Wirkung auf das Wasser in der obern Kugel, so wie auch diese bis über $\frac{3}{4}$ ihres Raumes mit Wasser angefüllt seyn kann, ohne daß etwas davon bei dem Umdrehen aus einer Kugel in die andre läuft, weil alle drey Oeffnungen verschlossen sind, sobald die Kugeln aus ihrer vertikalen Lage herausgerückt werden. Man darf daher hier wegen der Grösse der Kugel nicht so sehr besorgt seyn; denn Kugeln von jener ansehnlichen Grösse geben hier ein Gebläse, welches fast noch einmal so lange als jenes fortwirkt.